

TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS SPASIAL TINGKAT KEKERINGAN
WILAYAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**
(Studi Kasus : Kabupaten Tuban)

MUHARRAMA PUTRA PRAYOGA
NRP 3513 100 067

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo., DEA., DESS.

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS SPASIAL TINGKAT KEKERINGAN
WILAYAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
(Studi Kasus : Kabupaten Tuban)**

**MUHARRAMA PUTRA PRAYOGA
NRP 3513 100 067**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo., DEA., DESS.**

**Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATED THESIS - RG 141536

**SPATIAL ANALYSIS OF DROUGHT LEVEL
AREAS BASED ON REMOTE SENSING AND
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM
(Case Study : Tuban District)**

**MUHARRAMA PUTRA PRAYOGA
NRP 3513 100 067**

**Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo., DEA., DESS.**

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISIS SPASIAL TINGKAT KEKERINGAN
WILAYAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH DAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
(Studi Kasus : Kabupaten Tuban)**

Nama : Muharrama Putra Prayoga
NRP : 3513 100 067
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Pembimbing : Prof.Dr.Ir.Bangun Muljo Sukojo.,DEA.,DESS.

ABSTRAK

Kabupaten Tuban merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang merupakan daerah rawan bencana kekeringan. Berdasarkan data Indeks Resiko Bencana Indonesia (IRBI) yang dirilis Badan Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2013, Kabupaten Tuban mendapatkan skor 24 untuk indeks resiko bencana kekeringan, dimana skor tersebut dikategorikan dalam tingkat resiko tinggi untuk bencana kekeringan. Untuk mencegah dampak yang lebih luas dari bencana kekeringan ini, maka diperlukan suatu identifikasi daerah rawan bencana kekeringan di Kabupaten Tuban.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran daerah beresiko kekeringan di Kabupaten Tuban dengan memanfaatkan data penginderaan jauh yang diintegrasikan dengan kondisi fisiografis wilayah yang berpengaruh terhadap kekeringan. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain : peta *Normalized Different Vegetation Index* (NDVI), peta *Normalized Different Water Index* (NDWI), peta *Land Surface Temperature* (LST), peta rata – rata curah hujan, peta hidrogeologi, dan peta penggunaan lahan.

Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya peta tingkat kekeringan di Kabupaten Tuban yang dibagi kedalam 5 kelas yaitu : sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Dari pengolahan data dihasilkan bahwa sebagian besar wilayah di Kabupaten Tuban masuk kedalam kategori kekeringan tinggi yaitu

seluas 119.388,50 hektar atau 60,60 % dari luas wilayah, sedangkan yang terendah adalah kategori kekeringan sangat rendah yaitu hanya seluas 180,48 hektar atau 0,09 % dari luas wilayah

Kata Kunci— Kabupaten Tuban, Kekeringan, Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis.

**SPATIAL ANALYSIS OF DROUGHT LEVEL AREAS
BASED ON REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEM
(Case Study : Tuban District)**

Name : Muharrama Putra Prayoga
NRP : 3513 100 067
Department : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Supervisor : Prof.Dr.Ir.Bangun Muljo Sukojo.,DEA.,DESS.

ABSTRACT

Tuban is one of the districts in East Java, which is prone to drought. Based on Indonesia's Disaster Risk Index (IRBI) data released by the Disaster Management Agency (BNPB) in 2013, Tuban received a score of 24 for the drought disaster risk index, which scores are categorized as high risk for drought. To prevent the wider impact of this drought disaster, an identification of drought-prone areas in Tuban District is needed.

This study aims to determine the distribution of drought risk areas in Tuban Regency by utilizing remote sensing data that is integrated with the physiographic condition of the region that affect the drought. The data required in this study are: Normalized Different Vegetation Index (NDVI) map, Normalized Different Water Index (NDWI) map, Land Surface Temperature (LST) map, average rainfall map, hydrogeological map, and land use map.

The result of this research is the drought level map in Tuban District which is divided into 5 classes : very low, low, medium, high, and very high. From the data processing, most of the area in Tuban Regency is categorized as high drought which is 119.388,50 hectares or 60,60 % of total area, while the lowest is very low

drought category that is only 180,48 hectares or 0,09 % of total area.

***Keywords—* Drought, Geographic Information System, Remote Sensing, Tuban District.**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS SPASIAL TINGKAT KEKERINGAN WILAYAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (Studi Kasus : Kabupaten Tuban)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MUHARRAMA PUTRA PRAYOGA
NRP. 3513 100 067

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo., DEA., DESS.
NIP. 19530527 198303 1 001



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas nikmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul:

“ANALISIS SPASIAL TINGKAT KEKERINGAN WILAYAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (Studi Kasus : Kabupaten Tuban)”

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan tahap Strata I pada Jurusan Teknik Geomatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak dan Ibu atas doa, dukungan, semangat, kasih sayang dan pengorbanannya selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo., DEA., DESS. selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Ibu Dosen Teknik Geomatika atas bimbingan, ilmu yang diajarkan selama ini dan Bapak dan Ibu Tata Usaha, serta seluruh staff dan karyawan Teknik Geomatika yang telah membantu kelancaran proses akademis.
4. Teman-teman Jurusan Teknik Geomatika angkatan 2013 atas bantuan dan kerjasama selama kuliah dan pada saat penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kemudahan dalam aktifitasnya kepada semua pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Besar harapan penulis tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca. Sekian dan terima kasih

Surabaya, Juli 2017

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kabupaten Tuban	5
2.2 Kekeringan	6
2.3 Penginderaan Jauh.....	8
2.3.1 Definisi Penginderaan Jauh	8
2.3.2 Teknik Penginderaan Jauh.....	9
2.4 Sistem Informasi Geografis.....	14
2.5 Satelit Landsat	16
2.6 Satelit QuickBird.....	19
2.7 Pengolahan Citra Digital	20
2.7.1 Koreksi Radiometrik	20
2.7.2 Koreksi Geometrik	21
2.8 Indeks Vegetasi	23
2.9 Indeks Kebasahan.....	25
2.10 Suhu Permukaan Tanah.....	25
2.11 Curah Hujan	26
2.12 Hidrogeologi.....	27
2.13 Penggunaan Lahan	28
2.14 Penelitian Terdahulu.....	29

BAB III METODOLOGI	31
3.1 Lokasi Penelitian	31
3.2 Data dan Peralatan	32
3.2.1 Data	32
3.2.2 Peralatan	32
3.3 Metodologi Penelitian	33
3.3.1 Tahapan Penelitian	33
3.3.2 Tahapan Pengolahan Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Koreksi Citra	43
4.1.1 Koreksi Geometrik Landsat 8	43
4.1.2 Koreksi Geometrik Quickbird	43
4.1.3 Koreksi Radiometrik Landsat 8	45
4.1.4 Koreksi Radiometrik Quickbird	45
4.2 Parameter Tingkat Kekeringan	45
4.2.1 Indeks Vegetasi (NDVI)	45
4.2.2. Indeks Kebasahan (NDWI)	49
4.2.3. Suhu Permukaan Tanah (LST)	52
4.2.4. Penggunaan Lahan	56
4.2.5. Curah Hujan	60
4.2.6. Hidrogeologi	62
4.3 Peta Tingkat Kekeringan	64
4.4 Sebaran Tingkat Kekeringan	68
4.4.1. Sebaran Kecamatan Tiap Tingkat Kekeringan	68
4.4.2. Sebaran Tingkat Kekeringan Tiap Kecamatan	73
4.5 Faktor Penyebab Kekeringan	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kabupaten Tuban.....	5
Gambar 2. 2. Sistem Penginderaan Jauh	9
Gambar 2. 3. <i>Multispectral Remote Sensing</i>	12
Gambar 2. 4. Kurva Pantulan Spektral Ideal untuk Vegetasi Sehat, Tanah dan Air.....	13
Gambar 2. 5. Koreksi Geometrik	21
Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian	31
Gambar 3. 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian	34
Gambar 3. 3. Diagram Alir Pengolahan Data (Bagian 1).....	37
Gambar 3. 4. Diagram Alir Pengolahan Data (Bagian 2).....	38
Gambar 4. 1. Letak titik GCP dan ICP	44
Gambar 4. 2. Peta Klasifikasi NDVI.....	47
Gambar 4. 3. Korelasi nilai NDVI Landsat 8 & Quickbird.....	48
Gambar 4. 4. Peta Klasifikasi NDWI	50
Gambar 4. 5. Korelasi Nilai NDWI Landsat 8 dan Quickbird	51
Gambar 4. 6. Peta Klasifikasi LST	53
Gambar 4. 7. Korelasi Suhu Citra dan Lapangan	55
Gambar 4. 8. Peta Penggunaan Lahan.....	57
Gambar 4. 9. Peta Curah Hujan.....	61
Gambar 4. 10. Klasifikasi Hidrogeologi.....	63
Gambar 4. 11. Peta Tingkat Kekeringan	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Band Citra pada Sensor OLI	18
Tabel 2. 2. Band Citra pada Sensor TIRS	18
Tabel 2. 3. Karakteristik Citra Satelit Quickbird.....	20
Tabel 2. 4. Spesifikasi Band Citra Satelit Quickbird.....	20
Tabel 2. 5. Klasifikasi curah hujan terhadap kekeringan	27
Tabel 2. 6. Klasifikasi hidrogeologi terhadap kekeringan.....	28
Tabel 2. 7. Klasifikasi penggunaan lahan terhadap kekeringan ..	28
Tabel 4. 1. Klasifikasi Nilai NDVI.....	46
Tabel 4. 2. Luas Klasifikasi NDVI.....	47
Tabel 4. 3. Klasifikasi Nilai NDWI.....	50
Tabel 4. 4. Luas Klasifikasi NDWI.....	50
Tabel 4. 5. Klasifikasi Suhu Permukaan Tanah	52
Tabel 4. 6. Luas Klasifikasi LST.....	53
Tabel 4. 7. Perbandingan Suhu Citra dan Lapangan	54
Tabel 4. 8. Klasifikasi Penggunaan Lahan	56
Tabel 4. 9. Luas Klasifikasi Penggunaan Lahan	57
Tabel 4. 10. <i>Groundtruth</i> penggunaan lahan.....	58
Tabel 4. 11. Klasifikasi Curah Hujan	60
Tabel 4. 12. Luas Klasifikasi curah hujan	61
Tabel 4. 13. Klasifikasi hidrogeologi	62
Tabel 4. 14. Luas klasifikasi hidrogeologi	63
Tabel 4. 15. Rekapitulasi harkat tiap parameter	64
Tabel 4. 16. Klasifikasi Tingkat Kekeringan.....	66
Tabel 4. 17. Luas Klasifikasi Tingkat Kekeringan.....	67
Tabel 4. 18. Sebaran Kecamatan per Tingkat Kekeringan	68
Tabel 4. 19. Luas Tingkat Kekeringan per Kecamatan	73

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kekeringan pada dasarnya diakibatkan oleh kondisi hidrologi suatu daerah dalam kondisi air tidak seimbang. Kekeringan terjadi akibat dari tidak meratanya distribusi hujan yang merupakan satu-satunya input bagi suatu daerah. Ketidakmerataan hujan ini akan mengakibatkan di beberapa daerah yang curah hujannya kecil akan mengalami ketidakseimbangan antara input dan output air (Shofiyati, 2007). Menurut Kementerian Riset dan Teknologi (2008) kekeringan secara umum bisa didefinisikan sebagai pengurangan persediaan air atau kelembaban yang bersifat sementara secara signifikan di bawah normal atau volume yang diharapkan untuk jangka waktu tertentu (Raharjo, 2010).

Kabupaten Tuban merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang merupakan daerah rawan bencana kekeringan. Berdasarkan data Indeks Resiko Bencana Indonesia (IRBI) yang dirilis Badan Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2013, Kabupaten Tuban mendapatkan skor 24 untuk indeks resiko bencana kekeringan, dimana skor tersebut dikategorikan dalam tingkat resiko tinggi untuk bencana kekeringan. Menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Tuban pada bulan Juni tahun 2015, setidaknya terdapat 42 desa di 7 kecamatan terancam kekeringan dari total 20 kecamatan di Kabupaten Tuban dan jumlah ini diprediksi mengalami peningkatan pada tahun 2016. Dari hasil pemetaan yang dilakukan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Tuban, ada 8 Kecamatan yang beresiko mengalami kekeringan. Diantaranya Kecamatan Semanding, Kecamatan Grabakan, Kecamatan Jenu, Kecamatan Merakurak, Kecamatan Senori, Kecamatan Parengan, Kecamatan Montong dan Kecamatan Kerek. Dari 35 desa yang

beresiko kekeringan, saat ini sebanyak 15 desa yang tersebar di 7 kecamatan saat ini sudah mengalami kelangkaan air bersih.

Tidak adanya peta berisi informasi sebaran daerah rawan kekeringan turut berperan sebagai salah satu faktor yang menghambat penyelesaian masalah kekeringan. Pentingnya mengetahui daerah rawan bencana kekeringan adalah agar untuk mencegah dampak yang lebih luas dari bencana kekeringan itu, maka diperlukan suatu identifikasi daerah rawan bencana kekeringan dengan menggunakan beberapa parameter yang mempengaruhi seperti curah hujan, kondisi hidrogeologi, dan penggunaan lahan.

Data penginderaan jauh berupa Citra resolusi menengah Landsat 8 dan citra resolusi tinggi Quickbird dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi kerapatan vegetasi, indeks kebasahan, dan suhu permukaan tanah. Kerapatan vegetasi dapat diidentifikasi menggunakan algoritma NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), indeks kebasahan dapat diidentifikasi menggunakan algoritma NDWI (*Normalized Different Water Index*) dan suhu permukaan tanah didapatkan dari algoritma LST (*Land Surface Temperature*). Ketiga parameter yang merupakan hasil pengolahan citra Landsat 8 dan citra Quickbird ini kemudian diintegrasikan dengan kondisi fisiografis wilayah yang berpengaruh terhadap kekeringan, seperti curah hujan, kondisi hidrogeologi, dan penggunaan lahan untuk mendeteksi daerah beresiko kekeringan di Kabupaten Tuban.

Hasil penelitian ini akan menghasilkan suatu informasi spasial mengenai tingkat kekeringan di Kabupaten Tuban dan diharapkan mampu memberikan acuan, perencanaan, dan manajemen penanggulangan kekeringan yang ada di Kabupaten Tuban dan daerah lain pada umumnya serta sebagai pertimbangan penelitian-penelitian selanjutnya.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Bagaimana cara menentukan tingkat kekeringan di Kabupaten Tuban berbasis penginderaan jauh dan sistem informasi geografis.
- b) Bagaimana persebaran daerah yang beresiko kekeringan di wilayah Kabupaten Tuban.
- c) Berapa luas persebaran kekeringan yang terjadi di Kabupaten Tuban.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

- a) Penelitian ini dilakukan di wilayah Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur.
- b) Jenis kekeringan yang diidentifikasi pada penelitian ini adalah kekeringan hidro-meteorologis.
- c) Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peta NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), peta NDWI (*Normalized Different Wetness Index*), peta LST (*Land Surface Temperature*), peta curah hujan, peta hidrogeologi dan peta penggunaan lahan.
- d) Bahan yang digunakan adalah citra satelit resolusi menengah Landsat 8 dan citra resolusi sangat tinggi Quickbird.
- e) Teknik Analisis yang digunakan dalam memperoleh hasil adalah dengan menggunakan teknik interpretasi digital, pengharkatan (*scoring*) dan penggabungan (*overlay*).
- f) Metode *Groundtruth* yang digunakan ada 2, yaitu : korelasi linier dengan citra yang beresolusi lebih tinggi dan pengamatan/pengukuran langsung di lapangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Pengolahan citra resolusi menengah Landsat 8 dan citra resolusi sangat tinggi Quickbird untuk menentukan daerah tingkat kekeringan di Kabupaten Tuban.
- b) Membuat peta daerah beresiko kekeringan untuk mitigasi bencana kekeringan di Kabupaten Tuban ditinjau dari parameter yang digunakan.
- c) Melakukan analisis spasial daerah yang beresiko mengalami kekeringan di Kabupaten Tuban.

1.5 Manfaat Penelitian

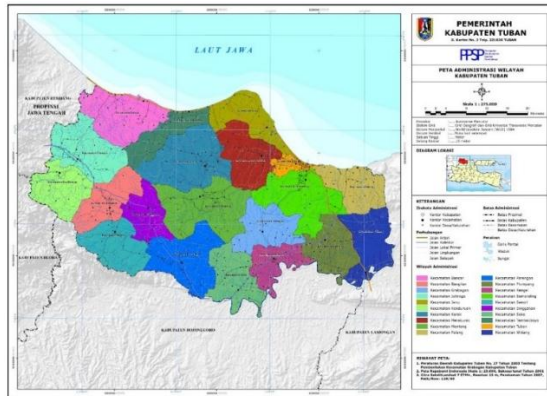
Informasi persebaran daerah beresiko kekeringan di Kabupaten Tuban dapat bermanfaat untuk :

- a) Memberikan informasi mengenai daerah yang beresiko mengalami kekeringan di wilayah Kabupaten Tuban.
- b) Peta tingkat kekeringan ini dapat memberikan acuan, perencanaan, dan manajemen penanggulangan kekeringan yang ada di Kabupaten Tuban dan daerah lain pada umumnya serta sebagai pertimbangan penelitian-penelitian selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kabupaten Tuban



Gambar 2. 1. Kabupaten Tuban
(Sumber: RTRW Kab. Tuban Tahun 2012-2032)

Dalam situs resmi pemerintah Kabupaten Tuban (<http://tubankab.go.id/np/geografi>) disebutkan bahwa luas wilayah Kabupaten Tuban 183.994.562 Ha, dan wilayah laut seluas 22.068 km². Letak astronomi Kabupaten Tuban pada koordinat 111° 30' - 112° 35' BT dan 6° 40' - 7° 18' LS. Panjang wilayah pantai 65 km.

Sebelah Utara berbatasan langsung dengan Laut Jawa, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bojonegoro, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Lamongan, sebelah barat berbatasan dengan Provinsi Jawa Tengah yakni Kabupaten Rembang di bagian utara dan Kabupaten Blora di bagian selatan.

Kabupaten Tuban berada pada ujung Utara dan bagian Barat Jawa Timur yang berada langsung di Perbatasan Jawa

Timur dan Jawa Tengah atau antara Kabupaten Tuban dan Kabupaten Rembang. Tuban memiliki titik terendah, yakni 0 m dpl yang berada di Jalur Pantura dan titik tertinggi 500 m yang berada di Kecamatan Grabagan. Tuban juga dilalui oleh Sungai Bengawan Solo yang mengalir dari Solo menuju Gresik.

Secara geologis Kabupaten Tuban termasuk dalam cekungan Jawa Timur utara yang memanjang pada arah barat ke timur mulai Semarang sampai Surabaya. Sebagian besar Kabupaten Tuban termasuk dalam Zona Rembang yang didominasi endapan, umumnya berupa batuan karbonat. Zona Rembang didominasi oleh perbukitan kapur.

Ketinggian daratan di Kabupaten Tuban bekisar antara 0 - 500 mdpl. Bagian utara merupakan dataran rendah dengan ketinggian 0-15m diatas permukaan laut, bagian selatan dan tengah juga merupakan dataran rendah dengan ketinggian 5-500m. Daerah yang berketinggian 0-25m terdapat disekitar pantai dan sepanjang bengawan solo sedangkan daerah yang berketinggian diatas 100m terdapat di kecamatan Montong. Luas lahan pertanian di Kabupaten Tuban adalah 183.994,562 Ha yang terdiri lahan sawah seluas 54.860.530 Ha dan lahan kering seluas 129.134.031 Ha.

2.2 Kekeringan

Kekeringan pada dasarnya adalah kondisi kekurangan air pada daerah yang biasanya tidak mengalami kekurangan air, sedangkan daerah yang kering adalah daerah yang mempunyai curah hujan kecil atau jumlah bulan kering dalam setahun lebih besar atau sama dengan delapan bulan. Menurut Kementerian Ristek (2008) kekeringan secara umum bisa didefinisikan sebagai pengurangan pasediaan air atau kelembaban yang bersifat sementara secara signifikan di bawah normal atau volume yang diharapkan untuk jangka waktu tertentu (Raharjo, 2010).

Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) membagi dua kategori kekeringan yaitu kekeringan alamiah dan kekeringan yang diakibatkan perbuatan manusia (TKPSDA, 2003). Adapun kekeringan alamiah terbagi menjadi lima sudut pandang yaitu:

- a. Kekeringan meteorologis berkaitan dengan tingkat curah hujan di bawah normal dalam satu musim. Pengukuran kekeringan meteorologis merupakan indikasi pertama adanya kekeringan.
- b. Kekeringan hidrologis berkaitan dengan kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah. Kekeringan ini diukur berdasarkan elevasi muka air sungai, waduk, danau dan elevasi muka air tanah. Ada tenggang waktu mulai berkurangnya hujan sampai menurunnya elevasi muka air sungai, waduk, danau dan elevasi muka air tanah. Kekeringan hidrologis bukan merupakan indikasi awal adanya kekeringan.
- c. Kekeringan pertanian berhubungan dengan kekurangan lengas tanah (Kandungan air dalam tanah) sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman tertentu pada periode waktu tertentu dalam wilayah yang luas. Kekeringan pertanian ini terjadi setelah gejala kekeringan meteorologis.
- d. Kekeringan sosial ekonomi berkaitan dengan kekeringan yang memberi dampak terhadap kehidupan sosial ekonomi seperti: rusaknya tanaman, peternakan, perikanan, berkurangnya tenaga listrik dari tenaga air, terganggunya kelancaran transportasi air, menurunnya pasokan air baku untuk industri domestik dan perkotaan.
- e. Kekeringan hidrotopografi berkaitan dengan perubahan tinggi muka air sungai antara musim hujan, musim kering dan topografi lahan.

Kekeringan tidak taat aturan atau yang disebabkan manusia terjadi karena:

- a. Kebutuhan air lebih besar dari pasokan yang direncanakan akibat ketidak taatan pengguna terhadap pola tanam/pola penggunaan air.
- b. Kerusakan kawasan tangkapan air, sumber-sumber air akibat perbuatan manusia.

2.3 Penginderaan Jauh

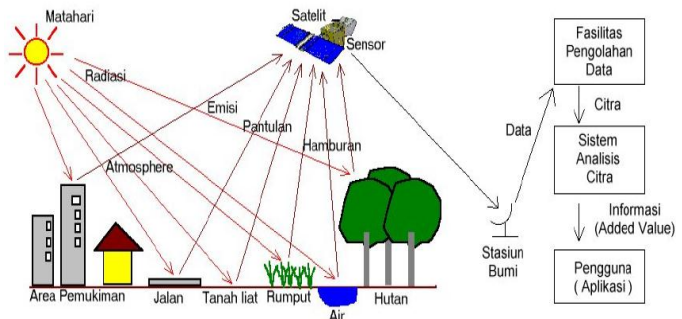
2.3.1. Definisi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu subjek, daerah, atau fenomena melalui analisa data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1997). Pentury (1997) menyebutkan bahwa penginderaan jauh merupakan suatu ilmu dan teknologi. Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu bila digunakan untuk lingkup studi penginderaan jauh sendiri dan merupakan suatu teknik bila digunakan sebagai penunjang untuk mempelajari bidang ilmu lain (Pentury, 1997).

Menurut Martin (2004) penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah penggunaan gelombang radiasi elektromagnetik untuk memperoleh informasi tentang lautan, daratan dan atmosfer tanpa kontak langsung dengan obyek, permukaan atau fenomena yang dikaji. Data penginderaan jauh dapat berupa citra, grafik dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang obyek daerah atau fenomena yang diteliti. Interpretasi citra atau penafsiran citra penginderaan jauh dilakukan untuk mengidentifikasi obyek yang tergambar dalam citra dan menilai arti pentingnya obyek tersebut.

2.3.2. Teknik Penginderaan Jauh

Empat komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah obyek, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Komponen dalam sistem ini berkerja bersama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh obyek tersebut. Sumber energi yang menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah dicatat, data akan dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasi untuk menyarikan informasi mengenai target. Proses interpretasi biasanya berupa gabungan antara visual dan *automatic* dengan bantuan komputer dan perangkat lunak pengolahan citra (Arozaq, M., 2008).



Gambar 2. 2. Sistem Penginderaan Jauh
(Sumber : http://geosel.site90.com/1_5_Materi.html)

Matahari merupakan sumber tenaga alamiah yang utama. Tenaga matahari dipancarkan ke segala

arah, sebagian dari padanya mengarah ke bumi. Tenaga yang mengarah ke bumi sebagian ditahan oleh atmosfer serta kandungannya, sebagian lagi mencapai permukaan bumi dan mengenai obyek. Oleh obyek di permukaan bumi, sebagian tenaga ini diserap, ditransmisikan (menembus obyek), dan dipantulkan ke sensor.

Tenaga yang dipantulkan disebut tenaga pantulan, di samping tenaga pantulan ada tenaga pancaran, yaitu tenaga yang dipancarkan oleh obyek di permukaan bumi. Tenaga yang dipancarkan pada umumnya dalam bentuk tenaga termal. Tenaga termal yang dipancarkan bukan berupa suhu kinetik melainkan suhu pancaran atau radiasi. Berbeda dengan suhu kinetik yang hanya dapat diindera dengan kulit maupun termometer yang ditempelkan langsung pada bendanya, suhu pancaran dapat direkam oleh sensor dari jarak jauh (Arozaq, M., 2008).

Sebuah sistem penginderaan jauh memerlukan sumber tenaga baik alamiah maupun buatan. Tenaga yang dimaksud berupa spektrum elektromagnetik yang meliputi spektra kosmis, gamma, sinar X, ultra violet, cahaya tampak, infra merah, gelombang mikro serta gelombang radio. Jumlah total seluruh spektrum disebut spektrum elektromagnetik. Dalam dunia penginderaan jauh, terdapat dua sistem tenaga pada wahana yaitu sistem pasif dan sistem aktif.

1. Sistem Pasif

Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh satelit berasal dari sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga yang dimaksud biasanya berupa energi yang berasal dari matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain

satelit Aster, Landsat, SPOT, NOAA, MODIS dan lainnya.

2. Sistem Aktif

Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh wahana menggunakan tenaga elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sensor radar (*radio detecting and ranging*) yang terintegrasi pada wahana tersebut. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Radarsat, JERS, ADEOS dan lainnya (Lillesand dan Kiefer, 1997).

Radiasi elektromagnetik yang mengenai suatu benda atau obyek kenampakan di muka bumi akan berinteraksi dalam bentuk pantulan, serapan, dan transmisi. Dalam proses tersebut, ada tiga hal penting, yaitu bagian tenaga yang di serap, dipantulkan dan ditransmisikan akan berbeda untuk setiap obyek yang berbeda tergantung pada jenis materi dan kondisinya sehingga memungkinkan untuk membedakan obyek pada citra. Hal lain adalah ketergantungan pada panjang gelombang obyek, berarti bahwa pada suatu obyek yang sama akan berbeda pada panjang gelombangnya (Lillesand and Kiefer, 1997).

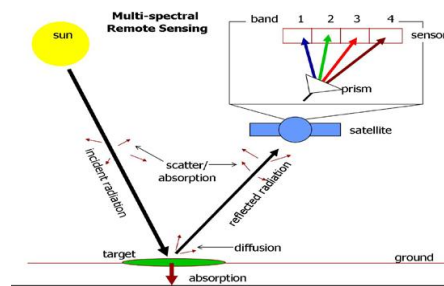
Distribusi spektral tenaga pantulan sinar matahari dan tenaga pancaran pada sistem penginderaan jauh sesuai dengan letak panjang gelombangnya, yaitu terletak pada bagian-bagian spektrumnya. Pembagian spektrum elektromagnetik yang digunakan pada penginderaan jauh terletak secara berkesinambungan mulai dari ultraviolet hingga gelombang mikro.

Berkenaan dengan hukum kekekalan energi maka bentuk interaksi tenaga dengan obyek yang dapat terjadi adalah pemantulan, penyerapan, penerusan, transmisi. Hubungan tersebut

menunjukkan hubungan timbal balik antara mekanisme tenaga pantulan, tenaga serapan, dan tenaga transmisi. Besarnya tenaga tersebut berbeda untuk tiap obyek pada permukaan bumi bergantung pada jenis materi dan kondisinya (Lillesand dan Kiefer, 1997).

Energi yang dipantulkan, diserap dan ditransmisikan akan berbeda untuk obyek yang berbeda, tergantung pada jenis materi dan kondisinya. Perbedaan ini memungkinkan untuk membedakan obyek yang berbeda pada suatu citra, dapat dilihat pada gambar 2.1 (Lillesand dan Kiefer, 1997).

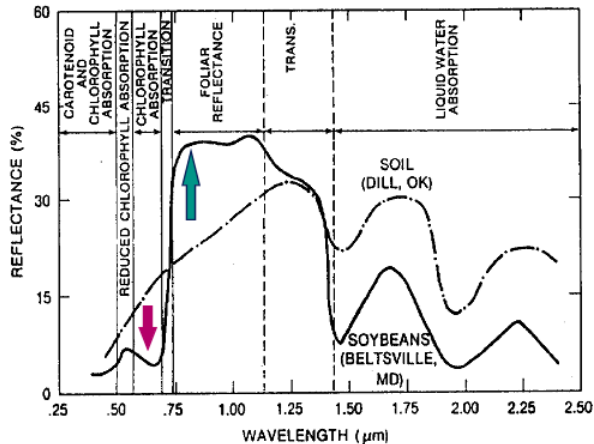
Radiasi dari sinar matahari yang menuju ke permukaan bumi ada yang dipantulkan, diserap, dan ditransmisikan oleh target. Dari radiasi tersebut ditangkap oleh sensor pada satelit yang kemudian dikonversi menjadi kanal-kanal yang digunakan identifikasi permukaan bumi.



Gambar 2. 3. *Multispectral Remote Sensing*
(Sumber : <http://auracle.ca/news/>)

Pantulan setiap obyek memiliki karakteristik tertentu untuk setiap saluran spektral sehingga setiap obyek dapat dikenali perbedaannya. Hampir seluruh obyek terestrial memiliki pantulan baur, kecuali obyek air yang memiliki pantulan sempurna. Namun

demikian, pada panjang gelombang mikro terjadi sebaliknya dimana obyek terestrial memiliki pantulan sempurna. Karakteristik vegetasi dapat dikenali dengan menggunakan perbandingan antara spektrum *band* merah dengan infra merah dekat (Rusdiyatomoko, A. dan Zubaidah, A. 2005)



Gambar 2. 4. Kurva Pantulan Spektral Ideal untuk Vegetasi Sehat, Tanah dan Air
(Sumber : <http://modis.gsfc.nasa.gov/>)

Penginderaan jauh yang merupakan teknik perekaman data menggunakan sensor sebagai alat perekam obyek bumi. Sensor dipasang pada wahana (*platform*) dan letaknya jauh dari obyek yang diamati, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh obyek tersebut. Sensor terbatas kemampuannya untuk mengidentifikasi obyek kecil. Batas kemampuan memisahkan setiap obyek dinamakan resolusi. Resolusi citra satelit merupakan indikator tentang kemampuan sensor atau kualitas sensor dalam merekam obyek. Resolusi satelit sendiri menurut

Purwadhi (2001), terbagi menjadi lima (5), yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor satelit adalah :

1. Resolusi Spasial
Merupakan ukuran obyek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran obyek yang dapat terekam, maka semakin baik kualitas sensornya.
2. Resolusi Spektral
Merupakan daya pisah obyek berdasarkan besarnya spectrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data.
3. Resolusi Radiometrik
Kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil kekuatan sinyal.
4. Resolusi Temporal
Perbedaan kenampakan yang masih dapat dibedakan dalam waktu perekaman ulang
5. Resolusi Termal
Yaitu keterbatasan sensor penginderaan jauh yang merekam pancaran tenaga termal atau perbedaan suhu yang masih dapat dibedakan oleh sensor penginderaan jauh secara termal.

2.4 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem dengan basis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi geografi. Sistem Informasi Geografis dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan dan menganalisa obyek-obyek dan fenomena dimana lokasi geografi merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis (Aronoff, 1989). Terdapat empat kemampuan yang dimiliki sistem informasi geografis dalam menangani data yang bereferensi secara geografi, yaitu: pemasukan data, manajemen (penyimpanan dan

pemanggilan data), analisis dan manipulasi data, serta keluaran data.

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dari masa ke masa semakin bertambah dan sangat heterogen untuk berbagai jenis cabang ilmu, terutama geografi. Banyak institusi pemerintah ataupun pihak swasta yang dapat bergerak dengan efektif dan efisien setelah menerapkan teknologi Sistem Informasi Geografis untuk membantu pekerjaan mereka di berbagai sector atau bidang yang ditekuni. Seperti penentuan lokasi yang tepat untuk tempat pembuangan akhir sampah, analisis sebaran penyakit demam berdarah, analisis kerawanan kekeringan, dan masih banyak lagi yang lain.

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis ditekankan pada kegiatan analisis data yang dinamis dan aktif seperti pemodalan dan visualisasi dari data yang dimiliki. Hal tersebut menjadikan SIG memiliki tiga pendekatan utama sebagai unit analisis (Hagget, 1983), yaitu:

a. Pendekatan Keruangan

Fenomena geografi berbeda dari wilayah yang satu dengan wilayah yang lain dan mempunyai pola keruangan atau spasial tertentu (*spatial structure*). Di setiap daerah memiliki beragam jenis pemanfaatan ruang, seperti halnya kegiatan pertanian. Kegiatan ini merupakan salah satu bentuk aktivitas ekonomi manusia dimana jenis pertanian tanaman panganpun akan bervariasi karena sumberdaya lahan yang berbeda-beda pula.

b. Pendekatan Kelingkungan

Fenomena geografi membentuk suatu rangkaian yang saling berkaitan di dalam sebuah sistem, dengan manusia sebagai unsur utamanya. Sehingga manusia memiliki hubungan keterkaitan dengan lingkungan dan begitu pula sebaliknya lingkungan juga memiliki keterkaitan dengan manusia. Manusia melakukan

berbagai usaha dan kegiatan yang memanfaatkan lingkungan sehingga akan memperoleh hasil untuk memenuhi kebutuhannya, termasuk memenuhi kebutuhan pangannya.

c. Pendekatan Kompleks Wilayah

Analisis kompleks wilayah merupakan perpaduan antara analisis keruangan dan analisis ekologi sehingga membentuk satuan wilayah. Suatu wilayah terdiri dari sumber daya alam, manusia, dan sumber daya buatan yang masing-masing memiliki fungsi dan manfaat untuk berbagai tujuan seperti penyediaan kebutuhan pangan.

2.5 Satelit Landsat

Satelit Landsat (Land satellite) merupakan suatu hasil program satelit sumberdaya bumi yang dikembangkan oleh NASA (the National Aeronautical and Space Administration) Amerika Serikat pertama kali diluncurkan pada 1972 dengan nama ERTS-1 ((Earth Resources Technology Satellite). Dengan kesuksesan peluncuran pertama, dilanjutkan dengan peluncuran selanjutnya seri kedua yang dengan nama Landsat-1.

Seri Landsat saat ini telah sampai pada Landsat-8. Mulai dari Landsat-1 hingga Landsat-8 telah terjadi perubahan desain sensor sehingga ketujuh satelit tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 generasi, yaitu generasi pertama (Landsat 1-3), generasi kedua (Landsat 4 dan 5), serta generasi ketiga (Landsat 6 dan 7). Landsat 1 dan 2 memuat dua macam sensor, yaitu RBV (Return Beam Vidicon) yang terdiri atas 3 saluran dan MSS (multispectral scanner) yang terdiri atas 4 saluran dengan resolusi spasial 79 meter.

Landsat 4 dan 5 memuat dua macam sensor pula, dengan mempertahankan MSS-nya, tetapi menggantikan RBV dengan TM (Thematic Mapper) karena alasan

kapabilitas. Dengan demikian, urutan penomoran MSS menjadi MSS1, MSS2, MSS3, dan MSS4. Sensor TM yang mempunyai 7 saluran dinomori urut dari 1 sampai dengan 7. Pada 1993 Landsat generasi 3 (Landsat 6) diluncurkan, tetapi misi ini gagal karena sesaat peluncuran satelit Landsat 6 hilang.

Pada 1999 Landsat 7 diluncurkan dengan membawa sensor multispektral beresolusi 15 meter untuk citra pankromatik dan 30 meter untuk citra multispektral serta 60 meter untuk citra inframerah termal. Dengan demikian, berbeda dari sensor TM pendahulunya yang hanya membawa tujuh saluran spektral, sensor Landsat 7 yang disebut ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus, atau TM yang telah diperbaiki kinerjanya) ini memuat 8 saluran, di mana saluran 6 telah dinaikkan resolusi spasialnya dari 120 meter menjadi 60 meter, dan saluran 8 merupakan saluran pankromatik dengan julat panjang gelombang antara 0,58 – 0,90 μm .

Landsat 8 adalah sebuah satelit observasi bumi Amerika yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013. Ini adalah satelit kedelapan dalam program Landsat; ketujuh untuk berhasil mencapai orbit. Awalnya disebut Landsat data Continuity Mission (LDCM), itu adalah sebuah kolaborasi antara NASA dan Geological Survey Amerika Serikat (USGS). NASA Goddard Space Flight Center yang menyediakan pengembangan, rekayasa sistem misi, dan akuisisi kendaraan peluncuran sementara USGS disediakan untuk pengembangan sistem darat dan akan melakukan operasi misi terus-menerus.

Satelit ini dibangun oleh Orbital Sciences Corporation, sebagai kontraktor utama untuk misi. Instrumen pesawat ruang angkasa yang dibangun oleh Ball Aerospace dan NASA Goddard Space Flight Center, dan peluncuran dikontrak untuk United Launch Alliance. Selama 108 hari pertama di orbit, LDCM menjalani

checkout dan verifikasi oleh NASA dan pada 30 Mei 2013 operasi dipindahkan dari NASA ke USGS ketika LDCM secara resmi berganti nama menjadi Landsat 8.

Berikut adalah spesifikasi band citra Landsat 8

Sensor OLI

Tabel 2. 1. Band Citra pada Sensor OLI
(Sumber: USGS, 2014)

Band Spektral	<i>Bandwidth</i>(μm)	Resolusi Spasial
<i>Band 1 – Visible</i>	0,433 – 0,450	30 meter
<i>Band 2 – Visible</i>	0,450 – 0,510	30 meter
<i>Band 3 – Visible</i>	0,530 – 0,590	30 meter
<i>Band 4 – Red</i>	0,640 – 0,670	30 meter
<i>Band 5 – Near InfraRed</i>	0,850 – 0,880	30 meter
<i>Band 6 – Short Wavelength InfraRed</i>	1,570 – 1,650	30 meter
<i>Band 7 – Short Wavelength InfraRed</i>	2,110 – 2,290	30 meter
<i>Band 8 – Panchromatic</i>	0,500 – 0,680	15 meter
<i>Band 9 – Cirrus</i>	1,360 – 1,390	30 meter

Sensor TIRS

Tabel 2. 2. Band Citra pada Sensor TIRS
(Sumber : USGS, 2014)

Band Spektral	<i>Bandwidth</i> (μm)	Resolusi Spasial
<i>Band10 – Thermal Infrared Sensor</i>	10,30 – 11,30	100 meter
<i>Band11 – Thermal Infrared Sensor</i>	11,50 – 12,50	100 meter

2.6 Satelit QuickBird

Quickbird merupakan satelit penginderaan jauh yang diluncurkan pada tanggal 18 Oktober 2001 di California, U.S.A. Dan mulai memproduksi data pada bulan Mei 2002. *Quickbird* diluncurkan dengan 98° orbit *sun-synchronous* dan misi pertama kali satelit ini adalah menampilkan citra digital resolusi tinggi untuk kebutuhan komersil yang berisi informasi geografi seperti sumber daya alam.

Satelit *Quickbird* mampu untuk men-download citra dari stasiun three mid-latitude yaitu Jepang, Italia dan U.S (Colorado). *Quickbird* juga memperoleh data tutupan lahan atau kebutuhan lain untuk keperluan GIS berdasarkan kemampuan *Quickbird* untuk menyimpan data dalam ukuran besar dengan resolusi tertinggi dan medium-inclination, non - polar orbit.

Setelah meng-orbit selama 90 hari, *Quickbird* akan memperoleh citra dengan nilai resolusi, Panchromatic sebesar 61 cm dan Multispectral sebesar 2.44 meter. Pada resolusi 61 cm bangunan, jembatan, jalan-jalan serta berbagai infrastruktur lain dapat terlihat secara detail. *Quickbird* dapat digunakan untuk berbagai aplikasi terutama dalam hal perolehan data yang memuat infrastruktur, sumber daya alam bahkan untuk keperluan pengelolaan tanah (manajemen, pajak). Sedangkan untuk keperluan industri, citra *Quickbird* dapat memperoleh cakupan daerah yang cukup luas sebesar 16.5 km atau 10.3 mil.

Karakteristik Citra Satelit *Quickbird* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 3. Karakteristik Citra Satelit Quickbird
(Sumber : *Digital Globe*, 2008)

Sistem	Quickbird
Orbit	600 km, 98,2o, sun-synchronous, 10:00 AM
Crossing, Rotasi	-
Sensor	linear array CCD
Swath Width	20 km (CCD-array)
Off-track viewing	Tidak Tersedia
Revisit Time	-
Resolusi spasial	0,6 m (Pankromatik) dan 2,4 m (Multispektral)
Band Spektral (μm)	0,45 -0,52 (1); 0,52-0,60 (2); 0,63-0,69 (3); 0,76-0,90 (4); 1,55-1,75 (5); 10,4-12,50 (6); 2,08-2,34 (7); 0,50-0,90 (PAN)

Produk-produk sensor satelit Quickbird merupakan sumber daya yang sangat baik untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan di bidang-bidang analisis perubahan lahan, pertanian, industri minyak dan gas, monitoring infrastruktur rekayasa & konstruksi, dan kehutanan. Hasil-hasil perekaman sensor (BGIS-2000 atau BHRC-60 (Ball High Resolution Camera-60) satelit Quickbird merupakan band citra dengan spesifikasi berikut:

Tabel 2. 4. Spesifikasi Band Citra Satelit Quickbird
(Sumber : *Digital Globe*, 2008)

Band	Keterangan	Domain Spektral	Resolusi Spasial	Resolusi Radiometrik
1	Biru	0,45 – 0,52 μm	2,44m – 2,88m	11 bit/piksel
2	Hijau	0,52 – 0,60 μm	2,44m – 2,88m	11 bit/piksel
3	Merah	0,63 – 0,69 μm	2,44m – 2,88m	11 bit/piksel
4	NIR	0,76 – 0,90 μm	2,44m – 2,88m	11 bit/piksel
5	VNIR	0,45 – 0,90 μm	0,61m – 0,72m	11 bit/piksel

2.7 Pengolahan Citra Digital

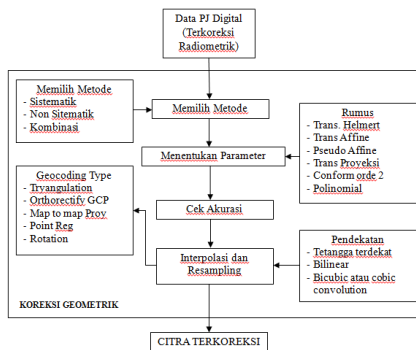
2.7.1. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan akibat cacat atau adanya kesalahan radiometrik akibat gangguan energi radiasi elektromagnetik pada

atmosfer dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi pada matahari (Purwadhi, 2001). Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya dikarenakan adanya :

- a. Kesalahan pada sistem optik yang dapat disebabkan oleh bagian optik pembentuk citra buram dan perubahan kekuatan sinyal.
- b. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer yang disebabkan oleh pengaruh hamburan dan serapan, tanggapan (*response*) amplitudo yang tidak linier, dan terjadinya bising (*noise*) pada waktu transmisi data.

2.7.2. Koreksi Geometrik



Gambar 2. 5. Koreksi Geometrik
(Sumber: Purwadhi, 2011)

Koreksi geometrik yang dilakukan terhadap sistem koordinat bumi berfungsi agar semua informasi data citra sesuai dengan keberadaannya di bumi (Purwadhi, 2001). Ada beberapa metode yang digunakan dalam koreksi geometrik sesuai dengan jenis kesalahannya, yaitu :

- a. Metode Sistematis

Digunakan untuk koreksi distorsi yang konstan, dengan menerapkan rumus yang diturunkan dari model matematik atas sumber distorsi atau menggunakan data referensi geometrik yang diukur dari sensor penginderaan jauh, misalnya geometri lensa kamera diberikan dengan kalibrasi panjang fokus dan koordinat *fiducial mark*.

b. Metode Non Sistematis

Digunakan untuk koreksi distorsi acak (*random*) dengan menerapkan rumus transformasi polinomial dari sistem koordinat geografis ke koordinat citra, yang ditentukan dengan menggunakan titik kontrol tanah (*ground control point*). Metode ini memerlukan peta teliti yang sesuai dengan daerah liputan citra dan titik medan yang dikenali dalam citra, seperti perpotongan jalan raya, tubuh air yang kecil. Proses koreksi dengan meletakkan sejumlah titik ikat medan yang ditempatkan sesuai dengan koordinat citra dan koordinat peta (lintang, bujur). Nilai koordinat kemudian digunakan untuk analisis kuadrat terkecil guna menentukan koefisien bagi dua persamaan transformasi, yang menghubungkan koordinat citra dan koordinat geografis. Akurasi tergantung pada orde polinomial, jumlah dan distribusi titik kontrol tanah.

c. Metode Gabungan

Melakukan koreksi sistematis, kemudian kesalahan akan direduksi dengan menggunakan orde polinomial lebih rendah atau pseudo Affin

Koreksi geometrik mempunyai tiga tahapan, yaitu:

1. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
2. Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multitemporal.
3. Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

2.8 Indeks Vegetasi

Indeks Vegetasi merupakan suatu bentuk tranformasi spektral yang diterapkan terhadap citra multisaluran untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, Leaf Area Index (LAI), konsentrasi Klorofil dan sebagainya (Danoedoro, 2012:246). Secara praktis, indeks vegetasi merupakan suatu tranformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi.

Tranformasi indeks vegetasi dapat dikelompokkan ke dalam empat golongan besar, yaitu (a) Indeks vegetasi dasar (generik), (b) indeks vegetasi yang meminimalkan pengaruh latar belakang tanah, (c) indeks vegetasi yang meminimalkan pengaruh atmosfer dan (d) indeks vegetasi lainnya (Danoedoro, 2012:246). Salah satu tranformasi indeks vegetasi dasar yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Indeks ini sederhana dan mempunyai nilai range yang dinamis dan sensitif yang paling bagus terhadap perubahan tutupan vegetasi. Saluran yang digunakan dalam transformasi ini adalah saluran merah dan inframerah. Kedua saluran ini dipilih karena memiliki kepekaan yang

berbeda terhadap vegetasi. Klorofil a dan b yang merupakan pigmen penting dari tanaman menyerap cahaya biru dan merah. Klorofil a pada panjang gelombang 0,43 dan 0,66 μm dan klorofil b pada panjang gelombang 0,45 dan 0,65 μm (Jensen, 2005 dalam Dian, 2010).

Hal tersebut mengakibatkan pada band merah nilai reflectance vegetasi sangat rendah. Berbeda dengan band merah, pada band inframerah dekat nilai pantulan vegetasi sehat meningkat tajam. Sepanjang gelombang inframerah dekat ini (0,7 – 1,2 μm) cahaya matahari yang diterima oleh tanaman mengandung sebagian besar energi matahari. Jika tanaman menyerap energi tersebut seperti pada panjang gelombang tampak maka tanaman akan terlalu panas sehingga protein yang didalamnya akan rusak. Pada panjang gelombang ini terjadi pantulan yang tinggi (40% - 60%), transmisi juga tinggi (40 – 60%), serta penyerapan yang rendah (5-10%). Rouse et al (1974) dalam Dian (2010) mengembangkan formula untuk mendapatkan kerapatan vegetasi:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR}-\text{Red}) / (\text{NIR}+\text{Red}) \dots\dots\dots (2.1)$$

Hasil dari formula tersebut berkisar antara -1 sampai +1. Nilai -1 mengindikasikan bahwa pada saluran merah memiliki nilai pantulan maksimum dan pada saluran inframerah dekat memiliki pantulan minimum. Hal ini menunjukkan daerah non vegetasi. Begitupun sebaliknya, nilai +1 menunjukkan terjadi pantulan maksimum pada saluran inframerah dekat dan pantulan minimum pada saluran merah, sehingga menunjukka area bervegetasi kerapatan tinggi.

Perhitungan perbandingan sifat respon obyek terhadap pantulan sinar merah dan NIR dapat menghasilkan nilai dengan karakteristik khas yang dapat digunakan untuk memperkirakan kerapatan atau kondisi kanopi/kehijauan tanaman. Tanaman yang sehat berwarna hijau mempunyai

nilai indeks vegetasi tinggi. Hal ini disebabkan oleh hubungan terbalik antara intensitas sinar yang dipantulkan vegetasi pada spektral sinar merah dan NIR.

2.9 Indeks Kebasahan

Dalam menganalisis indeks kebasahan dengan citra landsat 8, kanal/band yang digunakan adalah 5 dan 6. Band 5 termasuk dalam spektral infra merah dekat (*near*)/*Near Infrared (NIR)* dengan panjang gelombang 0,76-0,90, kegunaan dari band 5 tersebut yaitu dapat membedakan jenis vegetasi yang dideteksi dan juga aktivitas vegetasi tersebut sehingga dapat membatasi tubuh air dan juga kelembaban tanah. Sedangkan band 6 termasuk dalam infra merah sedang/*middle infrared* dengan panjang gelombang 1,55-1,75, band 6 berguna untuk menunjukkan komposisi kelembaban tumbuhan dan kelembaban tanah, juga dapat membedakan salju dan awan. Indeks kebasahan ini juga menunjukkan *normalized difference water index (NDWI)*. Algoritma NDWI ini dikembangkan oleh Gao (1996) untuk menggambarkan badan air dari citra satelit. Dengan formula

$$NDWI = NIR - SWIR / NIR + SWIR.....(2.2)$$

2.10 Suhu Permukaan Tanah

Suhu permukaan dapat diartikan sebagai suhu bagian terluar dari suatu objek. sedangkan untuk vegetasi dapat dipandang sebagai suhu permukaan kanopi tumbuhan, dan pada tubuh air merupakan suhu dari permukaan air tersebut. Pada saat permukaan suatu benda menyerap radiasi, suhu permukaannya belum tentu sama. Hal ini tergantung pada sifat fisik objek pada permukaan tersebut. Sifat fisis objek tersebut diantaranya : emisivitas, kapasitas panas jenis dan konduktivitas thermal. Suatu objek di permukaan yang memiliki emisivitas dan kapasitas panas jenis rendah,

sedangkan konduktivitas thermalnya tinggi akan menyebabkan suhu permukaannya meningkat.

Hal sebaliknya terjadi pada suatu objek yang memiliki emisivitas dan kapasitas jenis yang tinggi sedangkan konduktivitas thermalnya rendah akan menyebabkan lebih rendahnya suhu permukaan. Suhu permukaan akan mempengaruhi jumlah energi untuk memindahkan panas dari permukaan ke udara. (Lessard R 1994).

Suhu permukaan bukanlah suhu udara. Nilai aktual keduanya bisa jauh berbeda dan bervariasi menurut ruang dan waktu. Suhu permukaan berpengaruh terhadap fluks bahang terasa (Sensible heat), terutama pada siang hari, karena suhu permukaan benda lebih tinggi dari suhu udara. Suhu udara akan berfluktuasi dengan nyata selama setiap periode 24 jam. Fluktuasi suhu udara berkaitan erat dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Pada siang hari, sebagian dari radiasi matahari akan diserap oleh gas-gas atmosfer dan partikel-partikel padat yang melayang di atmosfer. Serapan energi radiasi matahari akan menyebabkan suhu udara meningkat. Suhu udara harian maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum tercapai. Intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat berkas cahaya jatuh tegak lurus, yakni pada waktu tengah hari (Lessard 1994).

Suhu permukaan merupakan unsur pertama yang dapat diidentifikasi dari citra satelit yang diekstrak dari band 10. Dimana dalam remote sensing suhu permukaan dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan, yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda.

2.11 Curah Hujan

Hujan adalah jatuhnya hydrometeor yang berupa partikel-partikel air dengan diameter 0,5 mm atau lebih. Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang

terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir.

Curah hujan menjadi sangat penting dalam penelitian ini karena merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan kondisi permukaan dalam sudut pandang sumberdaya air. Hujan merupakan suatu masukan (input) yang akan diproses oleh permukaan lahan untuk menghasilkan suatu keluaran (Raharjo, 2010).

Pengharkatan nilai curah hujan didasarkan dari jumlah curah hujannya. Daerah dengan jumlah curah hujan paling kecil dapat dikatakan bahwa daerah itu akan lebih berpengaruh terhadap kejadian kekeringan. Oleh karena itu, untuk daerah yang mempunyai nilai curah hujan rendah akan diberi nilai skor yang lebih tinggi daripada daerah dengan curah hujan tinggi. Adapun pengharkatan tertera pada tabel 2.5.

Tabel 2. 5. Klasifikasi curah hujan terhadap kekeringan
(Sumber : Fersely, 2007)

No	Curah Hujan Rata-Rata	Harkat
1	<1500	4
2	1500-2000	3
3	2001-2500	2

2.12 Hidrogeologi

Hidrogeologi digunakan dalam penelitian ini karena dapat menggambarkan kondisi air bawah tanah. Tipe dan jenis akuifer menentukan dalam kemungkinan terjadinya kekeringan. Kondisi air tanah yang relatif sedikit akan semakin berkurang dengan adanya musim kemarau. Suplai air tanah berkurang dan menjadikan ketersediaan air menjadi kecil (Raharjo, 2010). Pengharkatan jenis akuifer dilakukan dengan melihat tingkat pengaruh jenis akuifer

terhadap potensi kekeringan. Pengharkatan kondisi hidrogeologi disajikan pada tabel 2.6.

Tabel 2. 6. Klasifikasi hidrogeologi terhadap kekeringan.
(Sumber : Tjahjono, 2008)

No	Tipe Akuifer	Harkat
1	Air Tanah Langka	4
2	Produktivitas Kecil - Sedang	3
3	Produktivitas Sedang - Tinggi	2
4	Produktivitas Tinggi	1

2.13 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan berperan dalam menampung air ataupun melimpaskanya. Daerah yang ditumbuhi banyak pepohonan akan membantu dalam penyerapan air sehingga air akan mudah ditampung dan limpasan air akan kecil sekali terjadi. Hal ini disebabkan besarnya kapasitas serapan air oleh pepohonan dan lambatnya air limpasan mengalir akibat tertahan oleh akar dan batang pohon.

Kaitanya dalam kekeringan, nilai skor rendah diberikan pada daerah dengan tutupan lahan didominasi oleh pepohonan, sedangkan nilai skor tinggi untuk daerah dengan penutup lahan minim pepohonan atau tanpa pepohonan. Pemberian nilai nol pada tubuh air dikarenakan tubuh air dianggap tidak pernah mengalami kekeringan. Klasifikasi masing-masing penggunaan lahan yang berkaitan dengan potensi kekeringan dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2. 7. Klasifikasi penggunaan lahan terhadap kekeringan.(Sumber : Fersely, 2007)

No	Penggunaan Lahan	Harkat
1	Tanah terbuka, lahan terbangun (pemukiman)	4
2	Pertanian lahan kering, tegalan, sawah	3

No	Penggunaan Lahan	Harkat
3	Semak	2
4	Hutan, kebun campuran, perkebunan, tambak	1
5	Tubuh air	0

2.14 Penelitian Terdahulu

Pada tahun 2006, Rahma Winarti melakukan penelitian dengan judul “Aplikasi Indeks Vegetasi untuk Penentuan Potensi Rawan Terhadap Kekeringan di sebagian Kabupaten Kulonprogo” dengan tujuan mengetahui kemampuan Citra landsat 7 ETM+ dalam mengidentifikasi potensi rawan kekeringan dan melakukan pengkelasan tingkat kekeringan berdasarkan Vegetation index dan Wetness index. Rahma Winarti pada penelitian ini menggunakan 3 parameter yaitu NDVI, RVI, dan indeks kebasahan dengan memanfaatkan citra satelit Landsat 7 ETM+ tahun 2002 yang kemudian menghasilkan peta potensi rawan kekeringan di sebagian Kabupaten Kulonprogo.

Kemudian pada tahun 2007, Riztus Shofiyati melakukan penelitian dengan judul “Inderaja Untuk Mengkaji Kekeringan di Lahan Pertanian”. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi, mengkaji, dan memonitor kekeringan menggunakan pola spectral, TCT, NDVI, dan BT. Parameter yang digunakan yaitu NDVI, Brightness Temperatur, dan Wetness Index dengan memanfaatkan citra satelit Landsat TM yang tanggal perekamannya diseleksi berdasarkan waktu yang mewakili musim kemarau. Penelitian ini menghasilkan peta tingkat kekeringan pada lahan sawah.

Selanjutnya, pada tahun 2010, Puguh Dwi Raharjo melakukan penelitian dengan judul “Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Identifikasi

Potensi Kekeringan Kabupaten Kebumen” dengan tujuan mengidentifikasi wilayah yang mempunyai potensi kekeringan di Kabupaten Kebumen berdasarkan parameter-paramater fisiknya secara umum. Parameter yang digunakan adalah Wetness Index, Brightness Index, NDVI, Curah Hujan, Hidrogeologi, dan Penggunaan Lahan dengan memanfaatkan citra satelit Landsat 7 TM tahun 2003. Hasil akhir dari penelitian ini adalah peta identifikasi potensi kekeringan di Kabupaten Kebumen.

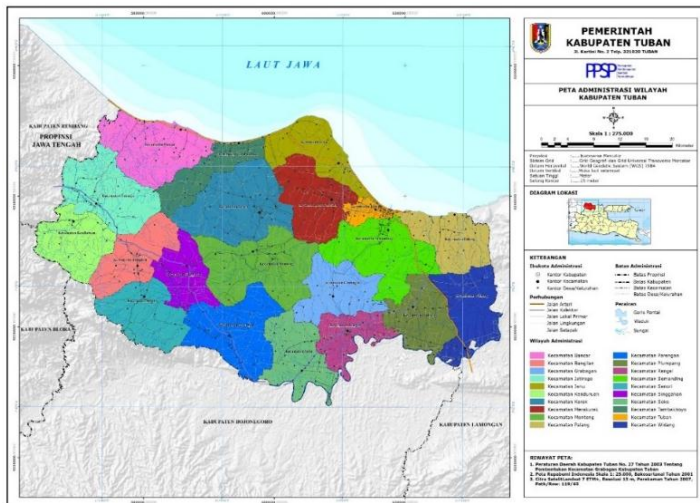
Pada tahun 2013, Dzulfikar Habibi Jamil melakukan penelitian dalam skripsinya yang berjudul “Deteksi Potensi Kekeringan Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Klaten” dengan 2 tujuan yaitu mengetahui sebaran daerah berpotensi kekeringan di Kabupaten Klaten dengan menggunakan teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dan mengetahui kemampuan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dalam mendeteksi daerah rawan terhadap kekeringan di Kabupaten Klaten. Parameter yang digunakan sama seperti parameter yang digunakan Puguh Dwi Rahardjo yaitu Wetness Index, Brightness Index, NDVI, Curah Hujan, Hidrogeologi, dan Penggunaan Lahan. Citra yang digunakan adalah citra satelit Landsat 7 ETM+ bulan September 2002 dan bulan September 2012 yang kemudian menghasilkan peta potensi rawan kekeringan di Kabupaten Klaten.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada tugas akhir ini adalah wilayah Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Tuban secara geografis terletak pada koordinat $111^{\circ} 30' - 112^{\circ} 35'$ Bujur Timur dan $6^{\circ} 40' - 7^{\circ} 18'$ Lintang Selatan.



Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian
(Sumber: RTRW Kab. Tuban Tahun 2012-2032)

Batas wilayah Kabupaten Tuban adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Timur : Kabupaten Lamongan
- Sebelah Selatan : Kabupaten Bojonegoro

- Sebelah Barat : Kabupaten Rembang dan Kabupaten Blora

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi:

- Data citra satelit *Landsat-8 Path/Row* 119/65 akuisisi tanggal 24 September 2014. (sumber : <http://earthexplorer.usgs.gov>)
- Data citra satelit Quickbird akuisisi tanggal 13 Oktober 2013. (sumber : Bappeda Kab. Tuban)
- Data tabular curah hujan tahun 2015. (sumber : BMKG Kab. Tuban)
- Data *Digital Elevation Model* (DEM)
- Peta hidrogeologi tahun 1988. (sumber : Direktorat Geologi & Tata Lingkungan)
- Peta penggunaan lahan (sumber : Peta RBI 1 : 25.000)
- Batas administrasi (sumber : peta RBI 1 :25.000)

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

a) Perangkat Keras

- *Notebook* ASUS Core i3 2.4 GHz, *Memory* 4.0 GB, *VGA* Intel *HD Graphic 300*, *Hard Drive* 500 GB, untuk mengolah data yang digunakan untuk penelitian.
- GPS *Geodetic*, untuk pengukuran GCP (*Ground Control Point*) dan ICP (*Independent Control Point*).
- GPS *handheld*, untuk menentukan titik koordinat *groundtruth* di lapangan.

- Termometer suhu tanah, untuk pengukuran suhu permukaan tanah di lapangan.
- *Printer*, untuk mencetak laporan hasil penelitian.

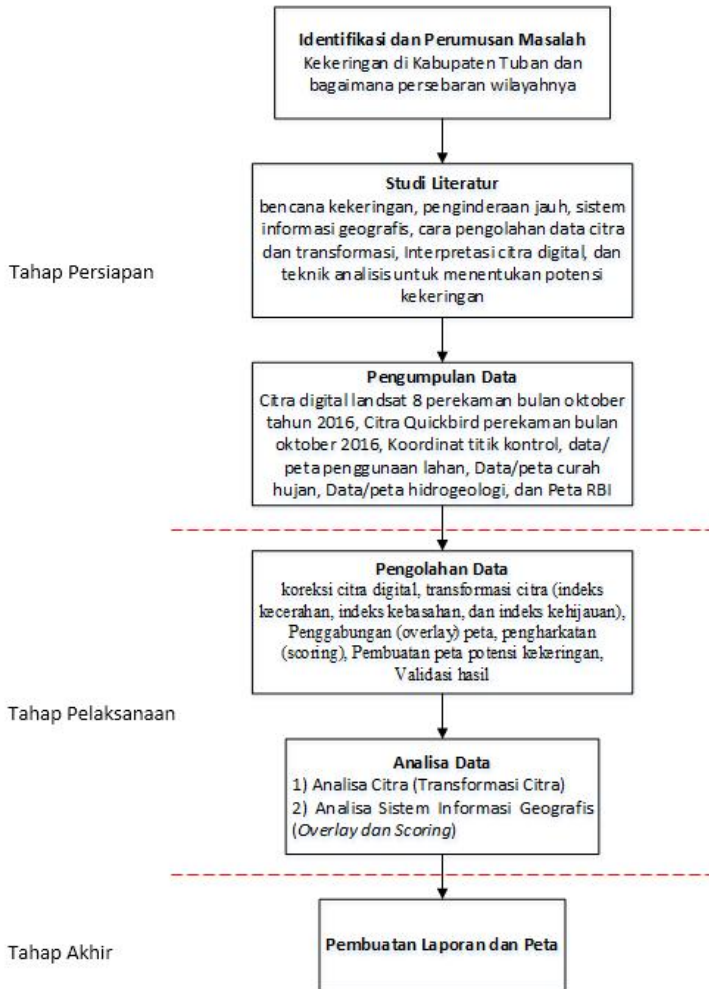
b) Perangkat Lunak

- Perangkat lunak pengolahan citra.
- Perangkat lunak pengolahan GPS.
- Perangkat lunak pembuatan peta digital.
- Perangkat lunak penulisan laporan.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada tugas akhir ini ditunjukkan pada gambar 3.2 berikut :



Gambar 3. 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Penjelasan Diagram Alir :

- a. Identifikasi dan perumusan masalah

Rumusan masalah yang penulis ambil bersifat aktual atau benar-benar terjadi dimasyarakat. Dengan batasan ruang lingkup di Kabupaten Tuban.

b. Studi Literatur

Sebelum sebuah penelitian dikerjakan, peneliti harus menguasai materi ataupun dasar-dasar dari bidang yang teliti. Pengumpulan literatur pada penelitian ini mengenai bencana kekeringan, penginderaan jauh, sistem informasi geografis, cara pengolahan data citra dan transformasi, Interpretasi citra digital, dan teknik analisis untuk menentukan tingkat kekeringan. Literatur yang digunakan dalam bentuk buku, jurnal ilmiah, konferensi resmi, majalah, publikasi media, internet, dan lain-lain.

c. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian. Data yang diperlukan adalah citra digital landsat 8, citra Quickbird, koordinat titik kontrol, data/peta penggunaan lahan, data/peta curah hujan, data/peta hidrogeologi, dan peta RBI. Data-data ini bisa didapatkan di internet maupun instansi terkait yang menyediakan data tersebut.

d. Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pemrosesan citra digital yang dimulai dengan koreksi citra digital dan pemotongan citra sesuai daerah penelitian kemudian dilanjutkan dengan transformasi citra, yaitu NDVI, NDWI, LST. Setelah pemrosesan citra digital selesai kemudian dilakukan *scoring* pada setiap parameter untuk memberi nilai sesuai pengaruhnya terhadap kekeringan. Setelah pemberian skor untuk tiap-tiap parameter,

dilakukan proses *overlay* dengan hasil akhir peta tingkat kekeringan.

e. Analisa Data

Analisa yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan kombinasi antara analisa citra digital kemudian dilanjutkan dengan analisa sistem informasi geografis.

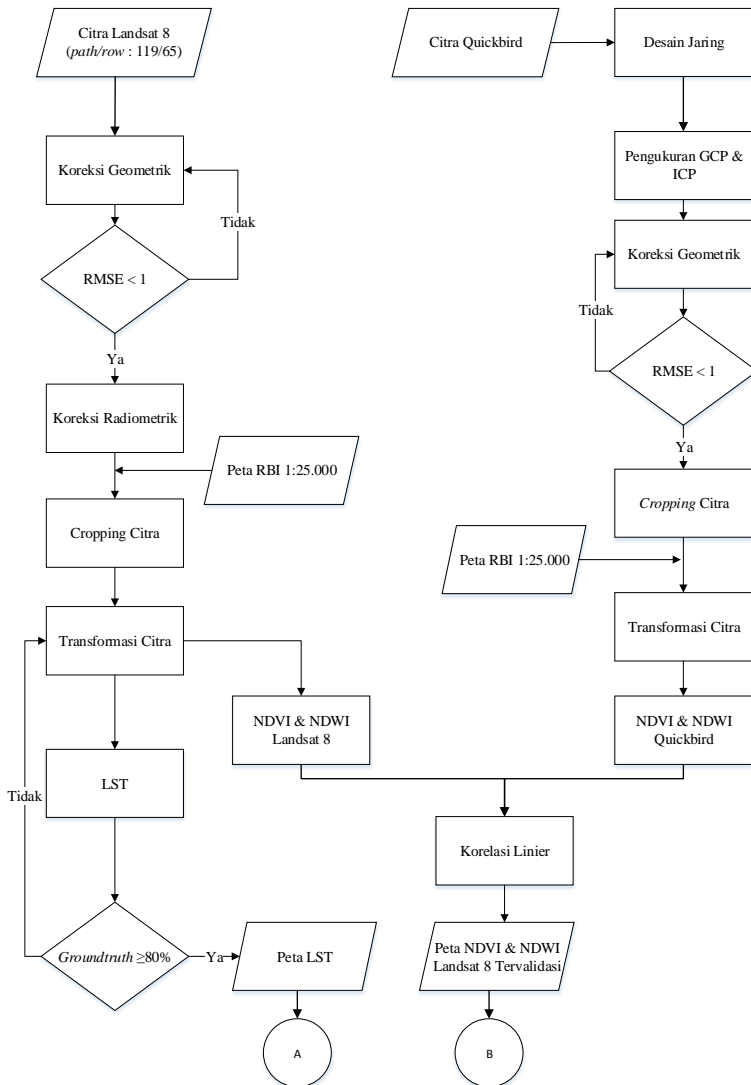
Pada analisa citra dilakukan transformasi citra yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Different Wetness Index* (NDWI), dan *Land Surface Temperature* (LST). Pada analisa sistem informasi geografis menggunakan metode *scoring* (pengharkatan) dan metode *overlay* (tumpang tindih), yang kemudian dilakukan analisa luas sebaran kekeringan.

f. Pembuatan Laporan dan Peta

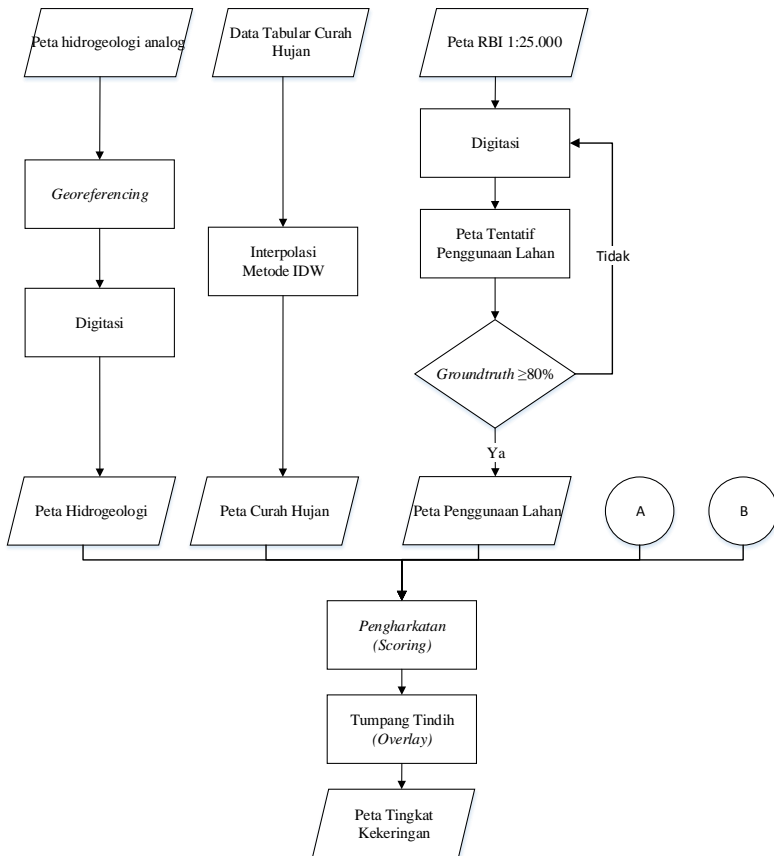
Pada tahap ini, dilakukan pembuatan peta potensi kekeringan dan penulisan laporan dari semua kegiatan penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan format yang ditentukan oleh jurusan Teknik Geomatika ITS.

3.3.2. Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 3. Diagram Alir Pengolahan Data (Bagian 1)



Gambar 3. 4. Diagram Alir Pengolahan Data (Bagian 2)

Penjelasan Diagram Alir :

a) Koreksi Citra

Koreksi yang digunakan pada pengolahan citra ada 2, yaitu koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Koreksi geometrik yaitu

pembetulan citra secara geometrik sehingga proyeksi peta dan sistem koordinat yang digunakan sesuai dengan dunia nyata (Abidin, 2002). Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama (Soenarmo, 2009). Koreksi radiometrik meliputi kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosferik. Kalibrasi radiometrik adalah merubah atau mengkonversi nilai data citra asli hasil unduhan dari DN (nilai digital) ke nilai radian atau reflektan ToA (Top of Atmospheric). Koreksi atmosferik pada penelitian ini menggunakan metode FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*).

b) *Cropping Area*

Cropping area menggunakan peta RBI 1:25.000 sesuai batas administrasi daerah studi kasus yaitu Kabupaten Tuban.

c) *Transformasi Citra*

Transformasi citra merupakan upaya untuk menonjolkan salah satu obyek dan menekan aspek yang lain. Citra yang digunakan untuk transformasi ini adalah citra yang telah terkalibrasi radiometrik, sehingga nilai yang digunakan adalah nilai surface reflectance (Jamil, 2013). Transformasi citra yang digunakan pada penelitian ini berupa teknik *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), *Land Surface Temperature* (LST).

d) *Groundtruth*

Groundtruth dilakukan untuk mengambil sampel data lapangan yang selanjutnya digunakan untuk acuan uji ketelitian klasifikasi citra. Klasifikasi harus sesuai dengan syarat yang ada yaitu hasil ketelitian $\geq 80\%$ (Purwadhi, 2001).

Nilai keakuratan dapat diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini, yaitu dengan membandingkan jumlah titik survei yang benar dengan jumlah titik keseluruhan survei (Danoedoro, 2012).

$$\frac{\sum \text{Titik benar}}{\sum \text{Titik yang di survei}} \times 100 \dots \dots \dots (3.1)$$

e) Uji Korelasi

Uji Korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antar variabel. Uji korelasi pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui kesesuaian transformasi citra landsat 8 dengan citra quickbird.

Perhitungan korelasi didapatkan dengan rumus korelasi *pearson product moment* (1900) sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{\sqrt{(n \sum (X)^2 - (\sum X)^2) (n \sum (Y)^2 - (\sum Y)^2)}} \dots \dots \dots (3.2)$$

r = korelasi variabel x dan variabel y

n = banyaknya pasangan data x dan y

$\sum x$ = total jumlah variabel x

$\sum y$ = total jumlah variabel y

$\sum x^2$ = kuadrat dari total jumlah variabel x

$\sum y^2$ = kuadrat dari total jumlah variabel y

$\sum xy$ = hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan variabel y

f) Pengharkatan (*Scoring*)

Metode pengharkatan adalah pemberian skor terhadap masing-masing kelas dalam setiap parameter. Pemberian harkat ini didasarkan pada seberapa besar pengaruhnya terhadap kekeringan. Semakin tinggi pengaruhnya terhadap kekeringan maka harkat yang diberikan akan semakin tinggi.

Untuk penentuan interval kelas tingkat kekeringan pada penelitian ini digunakan rumus perhitungan dibawah ini :

$$\text{Interval Kelas} = \frac{\text{Skor maksimal} - \text{skor minimal}}{\text{Jumlah Kelas}} \dots (3.3)$$

g) Tumpang Tindih (*Overlay*)

Tumpang tindih merupakan interaksi atau gabungan dari beberapa peta biofisik pemicu kekeringan. Tumpang tindih beberapa peta menghasilkan suatu informasi baru dalam bentuk luasan atau poligon yang terbentuk dari irisan beberapa poligon dari peta-peta tersebut. Peta yang ditumpang tindih merupakan peta-peta yang sebelumnya telah diberi skor pada setiap kelas dari masing-masing parameter biofisik sehingga menghasilkan peta zonasi potensi kekeringan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Koreksi Citra

4.1.1 Koreksi Geometrik Landsat 8

Koreksi geometrik Landsat 8 yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode rektifikasi (*image to map*) dengan peta RBI skala 1 : 25.000 sebagai acuan. Titik kontrol yang digunakan sebanyak 8 titik yang tersebar di daerah penelitian.

Dari hasil rektifikasi ini menghasilkan RMSE sebesar 0,25, dimana nilai ini sudah masuk toleransi kesalahan yang disyaratkan menurut Purwadhi (2001) yaitu $RMSE \leq 1$, sehingga dapat disimpulkan citra yang digunakan pada penelitian ini sudah terbebas dari kesalahan posisi baik lintang maupun bujur.

4.1.2 Koreksi Geometrik Quickbird

Koreksi geometrik pada citra Quickbird menggunakan titik kontrol di lapangan (GCP dan ICP). Titik kontrol yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 8 titik GCP dan 12 titik ICP yang tersebar di Kecamatan Semanding.



Gambar 4. 1. Letak titik GCP dan ICP

Perhitunga *Strength of Figure* (SOF) dari jaringan yang dibentuk untuk koreksi geometrik ini adalah sebagai berikut :

Jumlah Titik = 7

Jumlah Baseline = 20

N Ukuran = Jumlah Baseline * 3 = 60

N Parameter = Jumlah Titik * 3 = 21

U = N Ukuran – N Parameter = 39

SOF = 0,178

Desain jaring ini termasuk kategori kuat karena memenuhi syarat $SOF < 1$ (Abidin, 2002).

Setelah dilakukan pengukuran GCP dan ICP di lapangan, kemudian hasil koordinat titik digunakan untuk proses orthorektifikasi dengan memanfaatkan data *Digital Elevation Model* (DEM), dimana proses ini menghasilkan RMS error sebesar 0,39 meter. RMS error yang dihasilkan sudah masuk toleransi kesalahan yang disyaratkan yaitu ≤ 1 piksel

(Purwadhi, 2001), dimana 1 piksel pada citra resolusi sangat tinggi Quickbird adalah 0,6 meter.

4.1.3 Koreksi Radiometrik Landsat 8

Koreksi radiometrik meliputi kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosferik. Kalibrasi radiometrik adalah merubah atau mengkonversi nilai data citra asli hasil unduhan dari DN (nilai digital) ke nilai radian atau nilai reflektan ToA (Top of Atmospheric).

Koreksi atmosferik citra Landsat 8 pada penelitian ini menggunakan metode FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*). Metode ini dapat menghilangkan pengaruh gangguan atmosfer dengan memperoleh parameter yang lebih akurat dari reflektivitas, emisivitas, suhu permukaan dan fisik permukaan (Rudjord, 2012).

4.1.4 Koreksi Radiometrik Quickbird

Citra Quickbird yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Quickbird yang sudah terkoreksi radiometrik, sehingga tidak perlu lagi dilakukan koreksi radiometrik karena citra ini sudah terbebas dari kesalahan akibat pengaruh atmosfer.

4.2 Parameter Tingkat Kekeringan

4.2.1 Indeks Vegetasi (NDVI)

NDVI adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk menghitung dan menentukan nilai indeks vegetasi suatu wilayah. Semakin rendah nilai

NDVI, tingkat kerawanan terhadap kekeringan akan semakin tinggi, sebaliknya, nilai NDVI yang tinggi menunjukkan daerah tersebut mempunyai tingkat kerawanan terhadap kekeringan yang tergolong rendah.

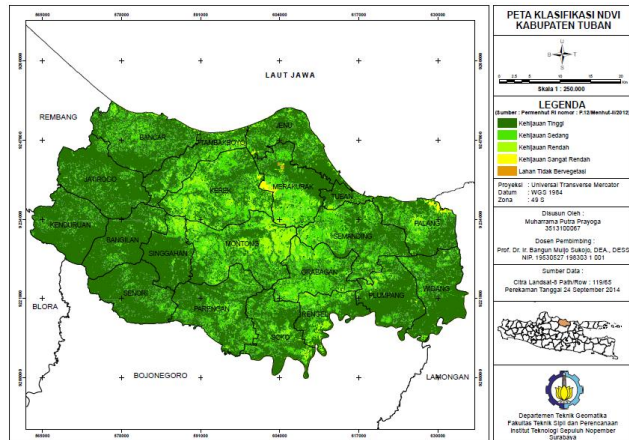
Hasil pengolahan menggunakan algoritma NDVI dengan menggunakan band *red* dan band *NIR* menghasilkan nilai NDVI yang memiliki rentang nilai antara -0,861224 hingga 0,922975. Nilai-nilai ini dikelompokkan kedalam 5 kelas menurut Peraturan Menteri Kehutanan RI nomor P.12/Menhut-II/2012. Seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1. Klasifikasi Nilai NDVI

Kelas	NDVI	Kategori	Skor
1	-0,861224 s/d - 0,03	Lahan Tidak Bervegetasi	5
2	0,03 s/d 0,15	Kehijauan Sangat Rendah	4
3	0,15 s/d 0,25	Kehijauan Rendah	3
4	0,25 s/d 0,35	Kehijauan Sedang	2
5	0,35 s/d 0,922975	Kehijauan Tinggi	1

Nilai NDVI rendah disebabkan karena pantulan gelombang dari band 3 (*red*) lebih tinggi daripada pantulan gelombang dari band 4 (*near infrared*). Sebaliknya, nilai NDVI tinggi disebabkan karena pantulan gelombang band 4 (*near infrared*) lebih tinggi daripada pantulan gelombang dari band 3 (*red*), karena gelombang elektromagnetik band 3 terserap dalam pigmen-pigmen tanaman. (Jamil, 2013)

Dari hasil klasifikasi nilai NDVI diatas maka dapat dibentuk peta klasifikasi NDVI, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4. 2. Peta Klasifikasi NDVI

Luas masing-masing hasil klasifikasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 2. Luas Klasifikasi NDVI

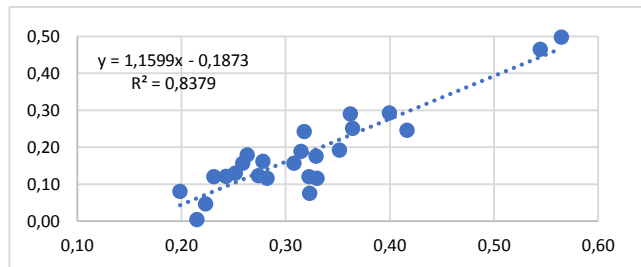
Kelas	Kategori	Luas (Hektar)	%
1	Lahan Tidak Bervegetasi	596,97	0,30
2	Kehijauan Sangat Rendah	1.810,07	0,92
3	Kehijauan Rendah	20.583,13	10,41
4	Kehijauan Sedang	63.708,97	32,23
5	Kehijauan Tinggi	110.948,98	56,13

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa Kabupaten Tuban didominasi oleh kelas kehijauan

tinggi dengan luas mencapai 110.948,98 hektar atau 56,13% dari total wilayah, sedangkan kelas dengan luas terendah adalah kelas lahan tidak bervegetasi dengan luas 596,97 hektar atau hanya 0,30% dari total wilayah.

NDVI dengan kehijauan tinggi mendominasi karena penggunaan lahan di wilayah Kabupaten Tuban sebagian besar merupakan sawah, ladang, dan perkebunan.

Nilai NDVI yang telah dihasilkan dari citra Landsat 8 kemudian dibandingkan dengan nilai NDVI yang diperoleh dari citra Quickbird yang memiliki resolusi spasial lebih tinggi untuk uji validasi, menghasilkan korelasi sebagai berikut:



Gambar 4. 3. Korelasi nilai NDVI Landsat 8 & Quickbird

Dari Hasil korelasi didapatkan nilai (R) sebesar 0,92. Nilai ini menunjukkan bahwa hasil NDVI antara citra Landsat 8 dan Quickbird termasuk kategori korelasi sangat kuat (Sugiyono, 2007), sehingga dapat disimpulkan transformasi NDVI yang dihasilkan sudah dapat menggambarkan kondisi di lapangan.

4.2.2. Indeks Kebasahan (NDWI)

Indeks kebasahan merupakan indeks modifikasi dari NDVI (Gao 1996), indeks kebasahan menunjukkan tingkat kebasahan suatu lahan yang terekam oleh citra. Sehingga, nilai NDWI dan NDVI berbanding lurus, semakin padat kerapatan vegetasi di suatu wilayah maka semakin tinggi pula nilai NDWI yang tercatat.

Kaitannya dengan kekeringan, semakin rendah nilai NDWI, maka semakin rentan pula daerah tersebut terhadap kekeringan, sebaliknya semakin tinggi nilai NDWI, maka kerentanan terhadap kekeringan akan semakin rendah.

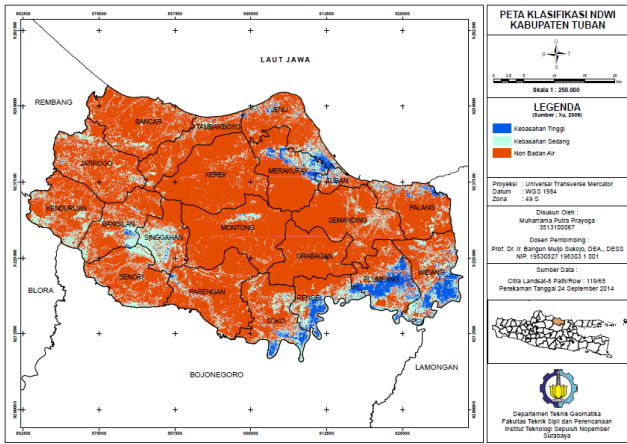
Pengolahan indeks kebasahan dengan algoritma NDWI ini menggunakan band 5 (NIR) dan band 6 (SWIR) (Gao,1996). Menurut Ceccato (2001) apabila untuk memonitor kandungan air vegetasi di daerah kekeringan, disarankan untuk menggunakan band NIR dan SWIR. Pantulan band SWIR mencerminkan perubahan kandungan air vegetasi dan stuktur mesofil pada kanopi vegetasi, Sedangkan pantulan band NIR dipengaruhi oleh struktur internal daun dan kandungan bahan kering daun namun tidak oleh kandungan air. Kombinasi NIR dengan SWIR menghilangkan variasi yang disebabkan oleh struktur internal daun dan kandungan bahan kering daun, maka akan meningkatkan keakuratan dalam menentukan kandungan air vegetasi.

Dari hasil pengolahan, nilai NDWI didaerah penelitian berkisar antara -0,732996 hingga 1. Nilai ini kemudian diklasifikasikan kedalam 3 kelas menurut klasifikasi NDWI yang dibuat oleh Xu (2006), seperti tabel dibawah ini :

Tabel 4. 3. Klasifikasi Nilai NDWI

Kelas	NDWI	Kategori	Skor
1	-0,732996 s/d 0	Non-Badan air	5
2	0 s/d 0,33	Kebasahan Sedang	3
3	0,33 s/d 1	Kebasahan Tinggi	1

Dari hasil klasifikasi NDWI kemudian dibuat peta klasifikasi NDWI seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4. 4. Peta Klasifikasi NDWI

Luas masing-masing kelas klasifikasi adalah sebagai berikut :

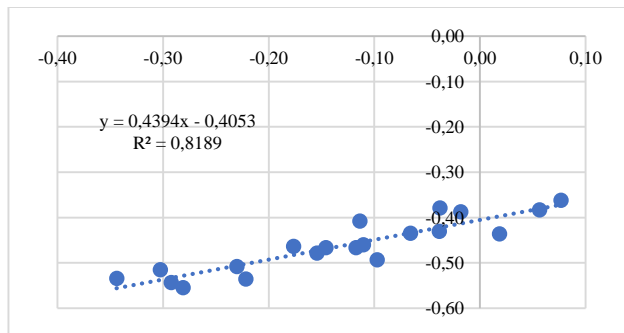
Tabel 4. 4. Luas Klasifikasi NDWI

Kelas	Kategori	Luas (Hektar)	%
1	Non Badan Air	136.989,86	69,31
2	Kebasahan Sedang	53.897,54	27,27
3	Kebasahan Tinggi	6.756,08	3,42

Tabel diatas menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Tuban sebagian besar didominasi oleh kelas non badan air dengan luas 136.989,86 hektar atau 69,31% dari total wilayah dan kelas yang memiliki luas terendah adalah kelas kebasahan tinggi yaitu hanya seluas 6.756,08 atau 3,42% dari total wilayah.

Nilai NDWI tinggi sebagian besar teridentifikasi pada bagian tenggara wilayah dikarenakan pada daerah tersebut merupakan daerah tambak.

Nilai NDWI yang dihasilkan dari Landsat 8 kemudian dibandingkan dengan nilai NDWI yang dihasilkan dari citra resolusi sangat tinggi Quickbird untuk uji validasi, menghasilkan korelasi sebagai berikut:



Gambar 4. 5. Korelasi Nilai NDWI Landsat 8 dan Quickbird

Dari Hasil korelasi didapatkan nilai (R) sebesar 0,90. Nilai ini menunjukkan bahwa hasil NDWI antara citra Landsat 8 dan Quickbird termasuk kategori korelasi sangat kuat (Sugiyono, 2007),

sehingga dapat disimpulkan transformasi NDWI yang dihasilkan sudah dapat menggambarkan kondisi di lapangan.

4.2.3. Suhu Permukaan Tanah (LST)

Suhu permukaan tanah digunakan sebagai parameter pada penelitian ini karena suhu permukaan tanah yang meningkat menyebabkan pertambahan evapor-transpirasi, sehingga ketersediaan air bagi tanaman akan berkurang (Darwati, 2012). Kaitannya dengan kekeringan, semakin tinggi suhu permukaan tanah, maka kerentanan terhadap kekeringan akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya semakin rendah suhu permukaan tanah, maka kerentanan terhadap kekeringan akan semakin rendah pula.

Dari hasil pengolahan suhu permukaan tanah pada landsat 8, kemudian dikelompokkan kedalam 5 kelas, seperti terlihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 5. Klasifikasi Suhu Permukaan Tanah

Kelas	Kategori	Skor
1	26°C - 31°C	1
2	32°C - 36°C	2
3	37°C - 41°C	3
4	42°C - 46°C	4
5	47°C - 51°C	5

Hasil peta klasifikasi suhu permukaan tanah dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Kecamatan Kerek, Merakurak, Montong, Semanding, dan sekitarnya.

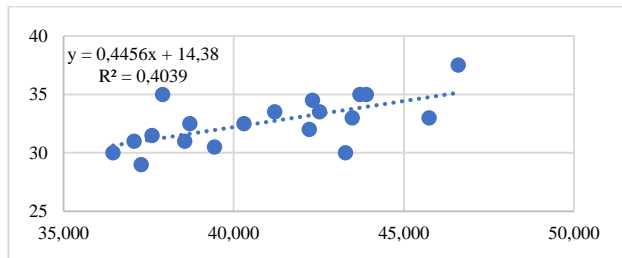
Hasil suhu permukaan dari pengolahan citra ini tentunya perlu dibandingkan dengan suhu permukaan di lapangan. Dari 20 titik uji sampel suhu permukaan tanah dengan menggunakan termometer suhu tanah, didapatkan perbandingan suhu hasil pengolahan citra dan suhu di lapangan seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 7. Perbandingan Suhu Citra dan Lapangan

Titik	x	y	Suhu Citra (C)	Suhu Lap (C)
GCP 1	617038	9236267	41,202	33,5
GCP 2	619646	9234671	45,739	33
GCP 3	619668	9231875	36,450	30
GCP 4	617916	9229250	40,298	32,5
GCP 5	613001	9232321	43,278	30
GCP 6	614305	9235179	46,597	37,5
GCP 7	614765	9229297	43,704	35
ICP 1	617715	9230647	37,909	35
ICP 2	619964	9232560	42,517	33,5
ICP 3	617585	9234323	37,272	29
ICP 4	615160	9231080	42,313	34,5
ICP 5	614713	9234047	42,219	32
ICP 6	612106	9230490	43,478	33
ICP 7	610752	9235729	38,705	32,5
ICP 8	619164	9236716	37,592	31,5
ICP 9	619328	9229250	39,434	30,5
ICP 10	617046	9229494	38,560	31
ICP 11	614930	9236531	43,889	35

Titik	x	y	Suhu Citra (C)	Suhu Lap (C)
ICP 12	614677	9228181	37,066	31

Dari hasil perbandingan suhu hasil pengolahan citra dan suhu di lapangan, didapatkan korelasinya sebagai berikut:



Gambar 4. 7. Korelasi Suhu Citra dan Lapangan

Hasil korelasi (R) antara suhu pengolahan citra dan suhu lapangan yaitu sebesar 0,64, dapat diartikan bahwa keeratan hubungan antara suhu citra dan suhu lapangan adalah 64%, dimana angka ini termasuk kategori korelasi kuat (Sugiyono, 2007).

Perbedaan suhu di citra dan di lapangan disebabkan beberapa faktor, seperti perbedaan waktu pengambilan data, dimana suhu pada citra diambil pada 24 september 2014 dan suhu dilapangan diambil pada tanggal 6-7 mei 2017, dimana bulan september merupakan musim kemarau, sedangkan pada bulan mei walaupun sudah memasuki akhir musim hujan, tetapi masih sering turun hujan di daerah penelitian. Selain itu, tingkat akurasi alat pengukur suhu

permukaan tanah juga dapat menjadi penyebab perbedaan suhu di citra dan lapangan.

4.2.4. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan yang digunakan pada penelitian ini adalah dari hasil digitasi peta RBI skala 1 : 25.000 yang diunduh di web *tanahair.indonesia.go.id*.

Data penggunaan lahan ini kemudian dikelompokkan kedalam 5 kelas klasifikasi menurut Fersely (2007) dalam Jamil (2013) sesuai tingkat pengaruhnya terhadap kekeringan yang bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 8. Klasifikasi Penggunaan Lahan

Kelas	Penggunaan Lahan	Skor
1	Tanah Terbuka, Lahan Terbangun (Pemukiman)	4
2	Pertanian Lahan Kering, Tegalan, Sawah	3
3	Semak Belukar	2
4	Hutan, Perkebunan, Tambak	1
5	Tubuh Air	0

Dari hasil klasifikasi, maka terbentuk peta penggunaan lahan Kabupaten Tuban yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

tegalan, dan sawah yaitu seluas 125.816,11 hektar atau 63,70% dari total wilayah. Sedangkan kelas penggunaan lahan paling rendah adalah berupa tubuh air yaitu hanya seluas 3.707,27 hektar atau 1,88 hektar.

Hasil klasifikasi yang didapatkan dari peta RBI ini kemudian di validasi dengan data pengamatan di lapangan. Data kesesuaian penggunaan lahan dari peta RBI dengan penggunaan lahan di lapangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 10. *Groundtruth* penggunaan lahan

No Titik	X	Y	Kesesuaian
GCP 1	617039,389	9236264,366	Tidak Sesuai
GCP 2	619650,329	9234652,040	Sesuai
	619628,723	9234625,642	Sesuai
GCP 3	619604,737	9231890,571	Sesuai
GCP 4	617930,884	9229519,572	Sesuai
GCP 5	612985,943	9232328,622	Tidak Sesuai
GCP 6	614308,940	9235146,917	Sesuai
GCP 7	614769,124	9229272,536	Sesuai
ICP 1	617647,229	9230663,335	Sesuai
ICP 3	617563,441	9234349,039	Tidak Sesuai
ICP 4	615162,269	9231037,418	Sesuai
ICP 5	614677,90	9234079,012	Sesuai
ICP 6	612061,530	9230491,341	Sesuai
ICP 7	610814,370	9235715,055	Sesuai

No Titik	X	Y	Kesesuaian
ICP 8	619318,250	9236740,674	Tidak Sesuai
ICP 9	619301,260	9229277,511	Sesuai
ICP 10	617035,154	9228164,951	Sesuai
ICP 11	614959,626	9236596,808	Sesuai
ICP 12	614645,911	9228168,266	Sesuai
	616606,215	9228021,659	Sesuai

Dari 20 titik sampel yang digunakan sebagai titik *groundtruth* hasil klasifikasi penggunaan lahan, terdapat 4 titik yang tidak sesuai dan 16 titik lainnya sudah sesuai dengan data di lapangan, sehingga hasil kesesuaiannya dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$= \frac{\sum \text{Titik benar}}{\sum \text{Titik yang di survei}} \times 100 \dots \dots \dots (4.1)$$

$$= \frac{16}{20} \times 100 = 80\%$$

Didapatkan kebenaran hasil *groundtruth* adalah 80%, dimana angka ini sudah sesuai syarat minimal diterimanya uji ketelitian klasifikasi yaitu $\geq 80\%$ (Purwadhi, 2001). Jadi dapat disimpulkan klasifikasi hasil penggunaan lahan yang digunakan pada penelitian ini sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.

4.2.5. Curah Hujan

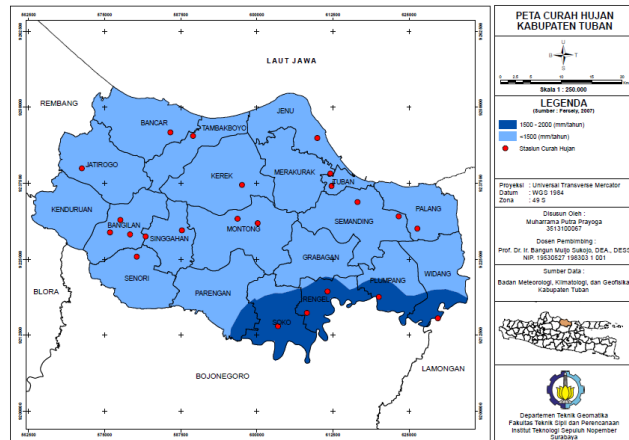
Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan pada tahun 2015 yang didapat dari BMKG Kabupaten Tuban. Data curah hujan ini kemudian diklasifikasikan menurut pengaruhnya terhadap kekeringan, dimana semakin rendah curah hujannya, maka kerentanan terhadap kekeringan akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya, apabila curah hujan di daerah tersebut tercatat tinggi, maka kerentanan terhadap kekeringan juga akan rendah.

Klasifikasi curah hujan mengacu pada klasifikasi menurut Fersely (2007) dalam Jamil (2013) yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 11. Klasifikasi Curah Hujan

Kelas	Curah Hujan (mm/tahun)	Skor
1	<1500	4
2	1500 – 2000	3
3	2000 – 2500	2

Data curah hujan yang berupa data tabular kemudian di interpolasi menggunakan metode IDW untuk mengetahui sebaran curah hujannya, sehingga didapatkan peta curah hujan seperti gambar 4.9 berikut :



Gambar 4. 9. Peta Curah Hujan

Luas masing-masing klasifikasi curah hujan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 12. Luas Klasifikasi curah hujan

Kelas	Curah Hujan	Luas (Hektar)	%
1	<1500	176.299,84	89,23
2	1500 – 2000	21.273,14	10,77
3	2000 – 2500	0	0

Sebagian Besar wilayah Kabupaten Tuban didominasi oleh curah hujan <1500 mm/tahun dengan presentase 89,23%. Sedangkan hanya 10,77% wilayah yang mempunyai curah hujan 1500 – 2000, paling banyak terdapat di wilayah Kabupaten Tuban bagian tenggara seperti Kecamatan Soko, Rengel, Parengan, Plumpang, dan Widang. Untuk curah hujan dengan rentang 2000 - 2500 tidak terdapat di Kabupaten Tuban.

4.2.6. Hidrogeologi

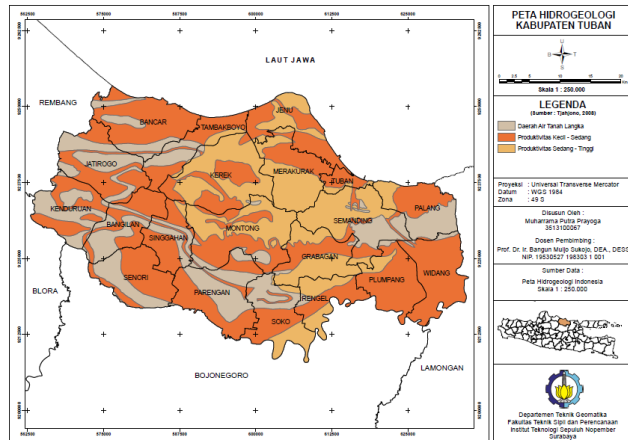
Hidrogeologi digunakan pada penelitian ini karena dapat menggambarkan kondisi air bawah tanah, sehingga semakin sedikit jumlah air yang ada di bawah tanah, maka daerah tersebut semakin rawan terhadap kekeringan (Jamil, 2013).

Klasifikasi kondisi hidrogeologi mengacu pada Tjahjono (2008) yang membagi kondisi hidrogeologi berdasarkan produktivitas akuifernya, seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 13. Klasifikasi hidrogeologi

Kelas	Tipe Akuifer	Skor
1	Air Tanah Langka	4
2	Produktivitas Kecil - Sedang	3
3	Produktivitas Sedang - Tinggi	2
4	Produktivitas Tinggi	1

Peta hidrogeologi yang didapatkan dari Direktorat Geologi Tata Lingkungan ini masih dalam bentuk raster atau peta analog, sehingga harus dilakukan digitasi untuk mengubahnya ke dalam bentuk vektor. Dari hasil digitasi, maka akan terbentuk peta hidrogeologi seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4. 10. Klasifikasi Hidrogeologi

Luas masing-masing kelas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 14. Luas klasifikasi hidrogeologi

Kelas	Akuifer	Luas (Hektar)	%
1	Daerah Air Tanah Langka	44.491,24	22,52
2	Produktivitas Kecil - Sedang	103.070,05	52,16
3	Produktivitas Sedang -Tinggi	50.035,22	25,32
4	Produktivitas Tinggi	0	0

Dari data hidrogeologi Kabupaten Tuban, hampir setengah wilayah Kabupaten Tuban didominasi tipe akuifer berproduktivitas kecil hingga sedang yaitu mencapai 103.070,05 hektar atau

52,16% yang menyebar hampir di setiap kecamatan, kemudian akuifer berproduktivitas sedang hingga tinggi sebesar 50.035,22 hektar 25,32% yang terdapat banyak di bagian tengah wilayah seperti Kecamatan Merakurak, Kerek, Montong, Semanding, dan sekitarnya. Daerah air tanah langka sebesar 44.491,24 hektar atau 22,52% yang sebagian besar tersebar di bagian barat daya Kabupaten Tuban, Sedangkan untuk akuifer berproduktivitas tinggi tidak terdapat di wilayah Kabupaten Tuban.

Kecamatan Kerek mempunyai akuifer berproduktivitas sedang-tinggi terluas yaitu 9.467,98 hektar. Untuk tipe akuifer berproduktivitas kecil-sedang, Kecamatan Widang adalah yang terluas yaitu 9.616,50 hektar, sedangkan daerah air tanah langka terluas ada di Kecamatan Parengan dengan 6.058,46 hektar.

4.3 Peta Tingkat Kekeringan

Berdasarkan hasil transformasi citra yang berupa NDVI, NDWI, LST dan didukung oleh data kondisi fisiografis wilayah seperti curah hujan, hidrogeologi, dan penggunaan lahan, kemudian dilakukan *overlay* tiap parameter dengan metode *intersect*. *Overlay* ini didasarkan dari parameter yang telah diberi *scoring* atau pengharkatan. Rekapitulasi pengharkatan tiap parameter dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 15. Rekapitulasi harkat tiap parameter

Parameter	Kelas	Skor	Bobot	Total
NDVI	Lahan Tidak Bervegetasi	5	0,17	0,83

Parameter	Kelas	Skor	Bobot	Total
	Kehijauan Sangat Rendah	4		0,67
	Kehijaun Rendah	3		0,50
	Kehijauan Sedang	2		0,33
	Kehijauan Tinggi	1		0,17
NDWI	Non-Badan Air	5	0,17	0,83
	Kebasahan Sedang	3		0,50
	Kebasahan Tinggi	1		0,17
LST	47-51	5	0,17	0,83
	32-36	4		0,67
	37-41	3		0,50
	32-36	2		0,33
	26-31	1		0,17
Penggunaan Lahan	Tanah Terbuka, Lahan Terbangun (Pemukiman)	4	0,17	0,67
	Pertanian Lahan Kering, Tegalan, Sawah	3		0,50
	Semak	2		0,33
	Hutan, Perkebunan, Tambak	1		0,17
	Tubuh Air	0		0,00
Curah Hujan	<1500	4	0,17	0,67
	1500 - 2000	3		0,50
	2000 - 2500	2		0,33
Hidrogeologi	Air Tanah Langka	4	0,17	0,67
	Produktivitas Kecil - Sedang	3		0,50
	Produktivitas Sedang - Tinggi	2		0,33
	Produktivitas Tinggi	1		0,17

Dalam menentukan tingkat kekeringan pada penelitian ini digunakan rumus total penjumlahan dari bobot dan pengharkatan parameter yang telah dilakukan, yaitu sebagai berikut :

$$\text{Tingkat Kekeringan} = 0,17 \text{ NDVI} + 0,17 \text{ NDWI} + 0,17 \text{ LST} + 0,17 \text{ Penggunaan Lahan} + 0,17 \text{ Curah Hujan} + 0,17 \text{ Hidrogeologi} \dots\dots\dots(4.2)$$

Hasil dari *overlay* tiap parameter ini dikelompokkan ke dalam 5 klasifikasi tingkat kekeringan, dimana interval tiap kelas dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{interval} = \frac{\text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum}}{\text{banyak kelas}} \dots\dots\dots(4.3)$$

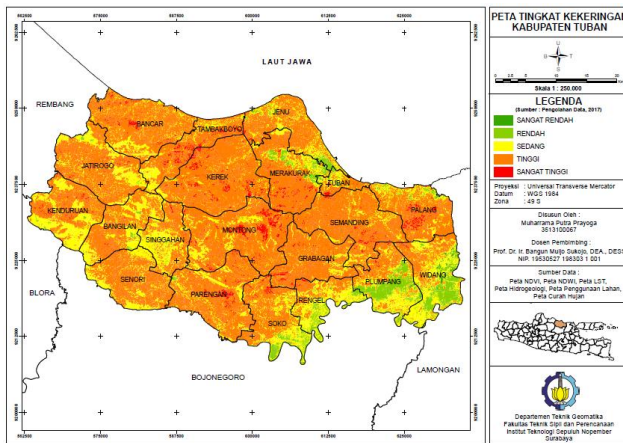
$$\text{interval} = \frac{25 - 8}{5} = 3,4 \approx 3$$

Dari perhitungan interval tiap kelas didapatkan rentang nilai masing-masing kelas adalah 3 sehingga didapatkan hasil klasifikasi seperti berikut.

Tabel 4. 16. Klasifikasi Tingkat Kekeringan

Kelas	Tingkat Kekeringan	Interval
1	Sangat Rendah	8 – 10
2	Rendah	11 – 13
3	Sedang	14 – 17
4	Tinggi	18 – 21
5	Sangat Tinggi	22 - 25

Hasil akhir peta tingkat kekeringan di Kabupaten Tuban dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 11. Peta Tingkat Kekeringan

Untuk menghitung luas tiap kelas kekeringan, digunakan fitur *calculate geometry* yang mampu menghitung luasan poligon berdasarkan hasil *intersect* yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil perhitungan luas tiap kelas kekeringan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 17. Luas Klasifikasi Tingkat Kekeringan

Kategori	Luas (Hektar)	%
Sangat Rendah	180,48	0,09
Rendah	7.608,58	3,86
Sedang	57.178,06	29,02
Tinggi	119.388,50	60,60
Sangat Tinggi	12.657,89	6,42

Berdasarkan tabel diatas, tingkat kekeringan di Kabupaten Tuban didominasi kategori kekeringan tinggi, kemudian kekeringan sedang, kekeringan rendah, kekeringan sangat tinggi, dan terakhir adalah tingkat kekeringan sangat rendah. Data ini menunjukkan bahwa hasil pengolahan tingkat kekeringan di Kabupaten Tuban menggunakan metode penginderaan jauh dan sistem informasi geografis sesuai dan selaras dengan data Indeks Rawan Bencana Indonesia (IRBI) yang dirilis BNPB tahun 2013 yang menyebutkan tingkat kerawanan kekeringan di Kabupaten Tuban masuk kategori tinggi.

4.4 Sebaran Tingkat Kekeringan

Untuk mengetahui luas sebaran tingkat kekeringan di Kabupaten Tuban, maka hasil *overlay* parameter kekeringan yang telah dibuat, dilakukan proses *intersect* dengan data kecamatan di Kabupaten Tuban. Hasil pengolahan *intersect* ini kemudian ditentukan luas poligonnya dengan fitur *calculate geometry*.

Analisis spasial sebaran tingkat kekeringan pada penelitian ini dibagi kedalam 2 kategori yaitu: sebaran kecamatan tiap tingkat kekeringan dan sebaran tingkat kekeringan pada tiap kecamatan yang akan dijelaskan pada subbab dibawah ini:

4.4.1. Sebaran Kecamatan Tiap Tingkat Kekeringan

Tabel 4. 18. Sebaran Kecamatan per Tingkat Kekeringan

KELAS	KECAMATAN	LUAS	LUAS TOTAL	PERSEN
SANGAT RENDAH	WIDANG	93,03	180,484	51,54
	PLUMPANG	41,26		22,86
	RENGEL	19,13		10,60

KELAS	KECAMATAN	LUAS	LUAS TOTAL	PERSEN
	SOKO	12,33		6,83
	MERAKURAK	8,12		4,50
	PALANG	5,71		3,16
	JENU	0,85		0,47
	SEMANDING	0,05		0,03
RENDAH	WIDANG	2367,69	7608,576	31,12
	PLUMPANG	2120,54		27,87
	SOKO	699,70		9,20
	MERAKURAK	642,60		8,45
	RENGEL	539,94		7,10
	JENU	407,53		5,36
	PALANG	202,72		2,66
	TUBAN	136,02		1,79
	BANGILAN	105,09		1,38
	PARENGAN	87,51		1,15
	JATIROGO	77,99		1,03
	SINGGAHAN	59,35		0,78
	KENDURUAN	54,59		0,72
	SEMANDING	40,30		0,53
	MONTONG	18,37		0,24
	GRABAGAN	18,18		0,24
	TAMBAKBOYO	12,78		0,17
	BANCAR	6,91		0,09
	SENORI	6,73		0,09
	KEREK	4,02		0,05
SEDANG	WIDANG	4645,77	57178,059	8,13
	KENDURUAN	4459,98		7,80
	JATIROGO	4257,98		7,45
	BANGILAN	3787,86		6,62
	SOKO	3673,51		6,42
	PLUMPANG	3483,68		6,09
	SENORI	3452,18		6,04

KELAS	KECAMATAN	LUAS	LUAS TOTAL	PERSEN
	RENGEL	3447,86		6,03
	SINGGAHAN	3412,73		5,97
	BANCAR	3153,43		5,52
	JENU	3031,61		5,30
	PARENGAN	2617,51		4,58
	MONTONG	2281,99		3,99
	PALANG	2271,99		3,97
	MERAKURAK	2238,29		3,91
	SEMANDING	1944,13		3,40
	TAMBAKBOYO	1868,72		3,27
	KEREK	1475,07		2,58
	GRABAGAN	891,30		1,56
	TUBAN	782,46		1,37
TINGGI	KEREK	11944,01	119388,503	10,00
	MONTONG	11201,14		9,38
	SEMANDING	10311,11		8,64
	PARENGAN	8985,49		7,53
	BANCAR	8476,25		7,10
	GRABAGAN	7797,67		6,53
	JATIROGO	7369,15		6,17
	MERAKURAK	6361,85		5,33
	SENORI	6231,24		5,22
	PALANG	5132,10		4,30
	JENU	5071,99		4,25
	BANGILAN	4750,15		3,98
	SOKO	4702,74		3,94
	KENDURUAN	4557,51		3,82
	TAMBAKBOYO	4456,72		3,73
	SINGGAHAN	3143,25		2,63
	PLUMPANG	3052,68		2,56
	WIDANG	2718,35		2,28
	RENGEL	2201,52		1,84

KELAS	KECAMATAN	LUAS	LUAS TOTAL	PERSEN
	TUBAN	923,60		0,77
SANGAT TINGGI	MONTONG	2049,57	12657,705	16,19
	KEREK	1887,80		14,91
	TAMBAKBOYO	1215,80		9,61
	MERAKURAK	1034,42		8,17
	PARENGAN	1020,70		8,06
	PALANG	989,24		7,82
	BANCAR	862,43		6,81
	SEMANDING	809,87		6,40
	GRABAGAN	523,23		4,13
	KENDURUAN	453,75		3,58
	JATIROGO	327,64		2,59
	SOKO	322,81		2,55
	JENU	261,54		2,07
	TUBAN	191,65		1,51
	PLUMPANG	155,85		1,23
	BANGILAN	141,14		1,12
	SINGGAHAN	123,04		0,97
	WIDANG	111,18		0,88
	RENGEL	103,08		0,81
	SENORI	72,97		0,58

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa untuk tingkat kekeringan sangat rendah di Kabupaten Tuban mempunyai luasan yang tidak terlalu besar yaitu hanya 180,484 hektar atau 0,09 dari total luas wilayah dan persebarannya hanya terdapat pada 8 kecamatan dari total 20 kecamatan yang ada di Kabupaten Tuban. Kecamatan Widang adalah kecamatan dengan tingkat kekeringan sangat rendah terluas yaitu 93,03 hektar, sedangkan Kecamatan Semanding merupakan

kecamatan dengan luasan terendah pada kategori ini dengan luas hanya 0,03 hektar.

Tingkat kekeringan rendah mempunyai total luas sebesar 7.608,58 hektar atau 3,86 yang tersebar pada semua kecamatan dengan luasan yang beragam cenderung tidak terlalu luas. Pada tingkat kekeringan rendah ini Kecamatan Widang kembali menjadi kecamatan terluas dengan 2.367,69 hektar dan Kecamatan Kerek merupakan yang terendah dengan 4,02 hektar.

Tingkat kekeringan sedang mempunyai luasan yang cukup besar yaitu 57.178,06 hektar atau 29,02% dari total luas wilayah. Tingkat kekeringan sedang tersebar pada semua kecamatan di Kabupaten Tuban dengan Kecamatan Widang adalah kecamatan terluas pada tingkat kekeringan ini dengan 4.645,77 hektar dan Kecamatan Tuban memiliki luasan terendah dengan 782,46 hektar.

Tingkat kekeringan tinggi merupakan tingkat kekeringan yang paling banyak terdapat di Kabupaten Tuban, dimana luas lahan yang terdampak oleh tingkat kekeringan ini sebesar 119.388,50 atau 60,60% dari total luas wilayah. Kecamatan Kerek adalah kecamatan yang mempunyai wilayah terluas untuk tingkat kekeringan ini dengan 119.44,01 hektar, sedangkan luasan terendah berada pada Kecamatan Tuban dengan 923,60 hektar.

Untuk kategori tingkat kekeringan sangat tinggi, 12.657,89 hektar atau 6,42% dari total luas wilayah teridentifikasi masuk kategori tingkat kekeringan ini, dimana Kecamatan Montong adalah

kecamatan yang terluas dengan 2.049,57 hektar, sedangkan Kecamatan Senori dengan 72,97 hektar menjadi kecamatan dengan luasan terendah pada kategori ini.

4.4.2. Sebaran Tingkat Kekeringan Tiap Kecamatan

Tabel 4. 19. Luas Tingkat Kekeringan per Kecamatan

KECAMATAN	KATEGORI	LUAS	LUAS TOTAL	PERSEN
BANCAR	RENDAH	6,910	12499,026	0,06
	SEDANG	3153,434		25,23
	TINGGI	8476,250		67,82
	SANGAT TINGGI	862,433		6,90
BANGILAN	RENDAH	105,086	8784,228	1,20
	SEDANG	3787,858		43,12
	TINGGI	4750,149		54,08
	SANGAT TINGGI	141,135		1,61
GRABAGAN	RENDAH	18,180	9230,379	0,20
	SEDANG	891,299		9,66
	TINGGI	7797,669		84,48
	SANGAT TINGGI	523,230		5,67
JATIROGO	RENDAH	77,994	12032,765	0,65
	SEDANG	4257,981		35,39
	TINGGI	7369,146		61,24
	SANGAT TINGGI	327,645		2,72
JENU	SANGAT RENDAH	0,848	8773,518	0,01
	RENDAH	407,531		4,65
	SEDANG	3031,607		34,55
	TINGGI	5071,989		57,81
	SANGAT TINGGI	261,542		2,98
KENDURUAN	RENDAH	54,588	9525,823	0,57
	SEDANG	4459,983		46,82
	TINGGI	4557,505		47,84

KECAMATAN	KATEGORI	LUAS	LUAS TOTAL	PERSEN
	SANGAT TINGGI	453,747		4,76
KEREK	RENDAH	4,022	15310,893	0,03
	SEDANG	1475,067		9,63
	TINGGI	11944,005		78,01
	SANGAT TINGGI	1887,798		12,33
MERAKURAK	SANGAT RENDAH	8,123	10285,283	0,08
	RENDAH	642,605		6,25
	SEDANG	2238,291		21,76
	TINGGI	6361,847		61,85
	SANGAT TINGGI	1034,418		10,06
MONTONG	RENDAH	18,371	15551,068	0,12
	SEDANG	2281,987		14,67
	TINGGI	11201,140		72,03
	SANGAT TINGGI	2049,570		13,18
PALANG	SANGAT RENDAH	5,706	8601,754	0,07
	RENDAH	202,719		2,36
	SEDANG	2271,988		26,41
	TINGGI	5132,101		59,66
	SANGAT TINGGI	989,238		11,50
PARENGAN	RENDAH	87,509	12711,209	0,69
	SEDANG	2617,513		20,59
	TINGGI	8985,485		70,69
	SANGAT TINGGI	1020,702		8,03
PLUMPANG	SANGAT RENDAH	41,262	8854,017	0,47
	RENDAH	2120,542		23,95
	SEDANG	3483,682		39,35
	TINGGI	3052,683		34,48
	SANGAT TINGGI	155,847		1,76
RENGEL	SANGAT RENDAH	19,131	6311,541	0,30
	RENDAH	539,944		8,55

KECAMATAN	KATEGORI	LUAS	LUAS TOTAL	PERSEN
	SEDANG	3447,864		54,63
	TINGGI	2201,517		34,88
	SANGAT TINGGI	103,085		1,63
SEMANDING	SANGAT RENDAH	0,051	13105,457	0,00
	RENDAH	40,296		0,31
	SEDANG	1944,131		14,83
	TINGGI	10311,111		78,68
	SANGAT TINGGI	809,869		6,18
SENORI	RENDAH	6,731	9763,121	0,07
	SEDANG	3452,179		35,36
	TINGGI	6231,242		63,82
	SANGAT TINGGI	72,969		0,75
SINGGAHAN	RENDAH	59,349	6738,375	0,88
	SEDANG	3412,734		50,65
	TINGGI	3143,249		46,65
	SANGAT TINGGI	123,042		1,83
SOKO	SANGAT RENDAH	12,332	9411,093	0,13
	RENDAH	699,698		7,43
	SEDANG	3673,514		39,03
	TINGGI	4702,743		49,97
	SANGAT TINGGI	322,806		3,43
TAMBAKBOYO	RENDAH	12,784	7554,024	0,17
	SEDANG	1868,718		24,74
	TINGGI	4456,722		59,00
	SANGAT TINGGI	1215,800		16,09
TUBAN	RENDAH	136,025	2033,730	6,69
	SEDANG	782,455		38,47
	TINGGI	923,601		45,41
	SANGAT TINGGI	191,649		9,42
WIDANG	SANGAT RENDAH	93,030	9936,022	0,94
	RENDAH	2367,692		23,83

KECAMATAN	KATEGORI	LUAS	LUAS TOTAL	PERSEN
	SEDANG	4645,773		46,76
	TINGGI	2718,346		27,36
	SANGAT TINGGI	111,180		1,12

Tabel diatas menunjukkan bahwa terdapat 16 kecamatan dari total 20 kecamatan yang mempunyai tingkat kekeringan tinggi diatas 50% dari total wilayahnya, yaitu Kecamatan Bancar, Bangilan, Grabagan, Jatirogo, Jenu, Kenduruan, Kerek, Merakurak, Montong, Palang, Parengan, Semanding, Senori, Soko, Tambakboyoy, dan Tuban kecamatan-kecamatan ini dianggap mempunyai tingkat kerawanan kekeringan yang lebih besar dibanding kecamatan lainnya.

Kecamatan Grabagan dan Kecamatan Kerek teridentifikasi sebagai kecamatan terkering apabila dilihat dari presentase kekeringan terhadap luas wilayahnya masing-masing, yaitu untuk Kecamatan Grabagan mencapai 84,48% tingkat kekeringan tinggi dan 5,67% tingkat kekeringan sangat tinggi, sedangkan Kecamatan Kerek 78,01% masuk kategori kekeringan tinggi dan 12,33% kekeringan sangat tinggi. Sebaliknya Kecamatan Widang dan Plumpang teridentifikasi sebagai kecamatan yang memiliki kerawanan rendah terhadap kekeringan karena memiliki presentase tingkat kekeringan rendah yang lebih besar dari kecamatan lainnya, yaitu untuk Kecamatan Widang 23,83% dari wilayahnya merupakan kategori tingkat kekeringan rendah dan 0,94% kekeringan sangat rendah, sedangkan

Kecamatan Plumpang sebesar 23,95% wilayahnya merupakan tingkat kekeringan rendah dan 0,47% kekeringan sangat rendah.

4.5 Faktor Penyebab Kekeringan

Seperti yang telah dijelaskan pada bab – bab sebelumnya bahwa parameter yang digunakan pada penelitian ini ada 6, yaitu : indeks vegetasi, indeks kebasahan, suhu permukaan tanah, curah hujan, hidrogeologi, dan penggunaan lahan. Parameter-parameter ini mempunyai pengaruhnya masing-masing terhadap kekeringan, seperti parameter penggunaan lahan, daerah tanah terbuka, pemukiman, pertanian lahan kering kering, ladang, dan sawah memberikan dampak kerawanan kekeringan yang lebih tinggi dibandingkan jenis penggunaan lahan hutan dan perkebunan. Parameter lainnya yaitu curah hujan, semakin rendah volume curah hujan yang didapatkan, maka wilayah tersebut akan semakin rawan terhadap kekeringan. Begitupula dengan parameter kondisi hidrogeologi, dimana produktivitas akuifer yang semakin kecil akan membuat daerah tersebut semakin rawan terhadap kekeringan.

Untuk melihat bagaimana parameter yang digunakan pada penelitian ini menjadi faktor penyebab kekeringan, Kecamatan Kerek yang merupakan salah satu kecamatan terkering di Kabupaten Tuban dijadikan sebagai contoh kasus.

Dari hasil pengolahan kerapatan vegetasi menggunakan algoritma NDVI, Kecamatan Kerek tercatat mempunyai kelas kerapatan vegetasi rendah, sangat rendah, dan lahan tidak bervegetasinya yang cukup besar yaitu total

sebesar 3.636,21 hektar, angka ini merupakan yang kedua terbesar setelah Kecamatan Montong, hal ini membuat resiko kekeringannya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya seperti Kecamatan Kenduruan misalnya yang hanya memiliki kerapatan vegetasi rendah, sangat rendah, dan lahan tidak bervegetasi total hanya sebesar 71,55 hektar.

Untuk parameter indeks kebasahan, kelas non-badan air di Kecamatan Kerek juga menjadi yang terluas kedua setelah Kecamatan Montong yaitu tercatat sebesar 13.881,81 hektar. Angka ini terlihat signifikan jika dibandingkan dengan Kecamatan Tuban yang hanya memiliki kelas non-badan air seluas 972,08 hektar. Seperti dijelaskan pada bab sebelumnya, kelas non-badan air ini mendapatkan skor maksimal yaitu 5 berdasarkan pengaruhnya terhadap kekeringan sehingga wajar bila Kecamatan Kerek teridentifikasi sebagai daerah terkering di Kabupaten Tuban.

Suhu permukaan tanah juga memiliki pengaruh terhadap kekeringan, dimana semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula resikonya terhadap kekeringan. Kecamatan Kerek sebagai kecamatan terkering di Kabupaten Tuban memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya. Dari hasil pengolahan citra menggunakan algoritma LST, tercatat 60% wilayah Kecamatan Kerek mempunyai kategori suhu 42°C - 46°C. Suhu yang tinggi inilah yang dapat menghambat pertumbuhan vegetasi, sehingga resiko terhadap kekeringan juga akan tinggi.

Penggunaan lahan di Kecamatan Kerek didominasi kelompok klasifikasi pertanian lahan kering, tegalan, dan

sawah dimana kategori klasifikasi ini mendapatkan skor 3 dari skor maksimal 4 berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap kekeringan menurut Fersely (2007) dalam Jamil (2013) yang berarti tingkat kerawanan kekeringannya cukup tinggi. Untuk volume curah hujan, semua wilayah di Kecamatan Kerek tercatat <1500 mm/tahun, sehingga input air di daerah ini tidak mencukupi untuk kebutuhan air di daerah ini. Ketiadaan tipe akuifer berproduktivitas tinggi di seluruh wilayah Kabupaten Tuban termasuk didalamnya Kecamatan Kerek juga merupakan faktor yang turut berperan dalam menjadikan kecamatan ini menjadi kecamatan terkering di Kabupaten Tuban berdasarkan hasil pengolahan data.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Dalam identifikasi sebaran tingkat kekeringan pada penelitian ini terdapat 6 parameter yang digunakan, yaitu : indeks vegetasi (NDVI), indeks kebasahan (NDWI), suhu permukaan tanah (LST), penggunaan lahan, kondisi hidrogeologi, dan curah hujan.
- b. Dalam menentukan tingkat kekeringan, dibagi dalam 5 klasifikasi: kekeringan sangat rendah, kekeringan rendah, kekeringan sedang, kekeringan tinggi, dan kekeringan sangat tinggi.
- c. Dari hasil pengolahan data, diketahui bahwa luas tingkat kekeringan sangat rendah adalah 180,48 hektar, tingkat kekeringan rendah adalah 7.608,58 hektar, tingkat kekeringan sedang adalah 57.178,06 hektar, tingkat kekeringan tinggi 119.388,50 hektar, dan tingkat kekeringan sangat tinggi adalah 12.657,89 hektar.

5.2 Saran

- a. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya citra satelit yang digunakan adalah citra dengan tahun perekaman yang sama ketika penelitian dilakukan, sehingga dapat menggambarkan kondisi terkini daerah penelitian.
- b. Antara tanggal perekaman citra dengan *groundtruth* atau uji validasi transformasi citra di lapangan sebaiknya rentang waktunya tidak terlalu lama, sehingga *groundtruth* yang dihasilkan mendapatkan hasil yang lebih baik.
- c. Parameter – parameter lain yang berpengaruh terhadap kekeringan sebaiknya ditambahkan dalam penelitian agar hasil yang didapat akan semakin akurat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z., 2002. Survei dengan GPS. Jakarta : Pradnya Paramita
- Aronoff, Stan. 1989. *Geographic Information System; A Management Perspective*, Ottawa. WDL, Publications.
- Arozaq, M. 2008. Penginderaan Jauh (Remote Sensing). <URL:http://www.geografi.ums.ac.id/ebook/.../arcview_3x_Analisis_Citra_Arcview.pdf> dikunjungi pada tanggal 17 Februari 2017
- BIG. Geospasial untuk Negeri. Diakses pada : 12 Februari 2017. http://tanahair.indonesia.go.id/home/index_portal.html
- BNPB. 2013. *Indeks Rawan Bencana*. Jakarta: Badan Nasional penanggulangan Bencana.
- Ceccato, P. 2000. *Detecting vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain*. Remote Sensing of Environment 77 (2001) 22– 33. Journal
- Daruati, Dini. 2012. Pola Kekeringan Lahan Basah (Sawah) di Provinsi Jawa Barat. Tesis. Depok : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Dian, Risa. 2010. Penentuan daerah potensial genangan di sebagian kota surakarta dengan teknik penginderaan jauh dan sig. Yogyakarta. UGM
- Digital Globe. 2008. *Quickbird Imagery Products (Product Guide)*. Digital Globe, Inc., Longmont. (Online). Tersedia: <http://www.digitalglobe.com/quickbird.html> diakses 14 Juni 2017.
- Fersely. 2007. Identifikasi Indikator Kekeringan menggunakan teknik Penginderaan Jauh. *Artikel Skripsi*. Bogor: IPB.
- Gao, B.-C., 1996. “NDWI - a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space”. *Remote Sensing of Environment* 58, 257-266.
- Hagget, P. 1983. *Geography : A Modern Synthesis*. Harper & Row Publisher. New York.

- Haikal, Teungku. 2014. Analisis *Normalized Difference Wetness Index* (Ndwi) Dengan Menggunakan Data Citra Landsat 5 Tm (Studi Kasus : Provinsi Jambi Path/Row : 125/61). Skripsi. Bogor : IPB.
- <http://www.citrasatelit.com/satelit-landsat/> diakses pada tanggal 19 Juni 2017
- Jamil, Dzulfikar Habibi. Tjahjono, Heri. Parman, Satyanta 2013. Deteksi Potensi Kekeringan Berbasis Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Klaten. *Jurnal*, 30-37. Semarang : Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang.
- Kementrian Kehutanan, 2012. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.12/Menhut-II/2012, Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai (Rtk Rhl-Das), Jakarta : Kemenhut
- Lessard R. 1994. *Methane and carbon dioxide fluxes from poorly drained adjacent cultivated and forest sites. Canadian Journal of Soil Science* [CAN. J. SOIL SCI./REV. CAN. SCI. SOL]. Vol. 74, no. 2, pp. 139-146.
- Lillesand dan Kiefer. 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Dulbahri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Martin. 2004. *An Introduction to Ocean Remote Sensing*. Cambridge: University Press.
- McFeeters, S.K., 1996. *The Use Of The Normalized Difference Water Index (NDWI) In The Delineation Of Open Water Features*. *International Journal of Remote Sensing*. 17,hal 1425–1432.
- Northrop, A. (2015). *IDEAS – LANDSAT Products Description Document*. United Kingdom: Telespazio VEGA UK Ltd.
- Pentury, R. 1997. Algoritma pendugaan Konsentrasi klorofil di perairan teluk ambon menggunakan citra Landsat TM. Program studi Teknik Kelautan Program Pasca Sarjana IPB : Bogor.

- PIRBA, Kementrian Ristek, Kekeringan [Internet], 2008 [Diakses 20 Mei 2017]. Tersedia di: http://www.pirba.ristek.go.id/jenis_bencana.php?intid=4&strlang=ind.
- Purwadhi, Sri Hardiyanti. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana
- Raharjo, Puguh Dwi. 2010. Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Potensi Kekeringan Kabupaten Kebumen. *Jurnal makara teknologi*, vol. 14 no. 2, November 2010: 97-105. Karangsambung: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Rudjord, O. and O.D. Trier. 2012. Evaluation of FLAASH atmospheric correction. Norwegian Computer Centre. Norwegian. 24p
- Rusdiyatomoko, A. dan Zubaidah, A. 2005. Analisis Spektral Data Modis untuk Pemantauan Hutan/Lahan (Studi Kasus Provinsi Sumatra Selatan). Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV “Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 14 – 15 September 2005.
- Shofiyati, Rizatus. 2007. Inderaja untuk Mengkaji Kekeringan di Lahan Pertanian. *Jurnal informatika pertanian* volume 16 no.1, Juli 2007. Jakarta: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Situs Resmi Kabupaten Tuban. (<http://tubankab.go.id/np/geografi> diakses pada tanggal 10 Juni 2017)
- Soenarmo, S. H., 2009. Penginderaan Jauh dan Pengenalan Sistem Infomasi Geografi Untuk Bidang Ilmu Kebumian, Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Sugiyono. 2007. Metode Penelitian Administrasi. Bandung : Alfabeta
- Tim Koordinasi Pengelolaan Sumber Daya Air (TKPSDA), 2003, Pedoman Teknis Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

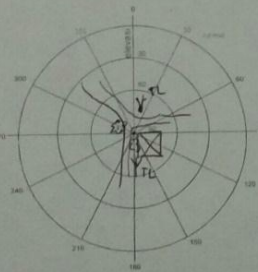
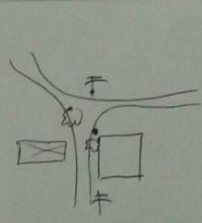
- Terpadu, Draft Final, Jakarta: Sekretariat Dewan Sumber Daya Air Nasional.
- Tjahjono, Heri. 2008. *Analisis Potensi Wilayah*. Semarang: Unnes.
- USGS. (2014, 17 09). USGS. Retrieved from Landsat 8 History: https://landsat.usgs.gov/about_ldcm.php
- Xu, H., 2006. *Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) To Enhance Open Water Features In Remotely Sensed Imagery*. International Journal of Remote Sensing. 27, hal 3025–3033.

LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Form Pengukuran GPS
- Lampiran 2. Dokumentasi Pengukuran GCP & ICP
- Lampiran 3. Hitungan SOF
- Lampiran 4. Hasil Orthorektifikasi
- Lampiran 5. Tabel Perbandingan Nilai NDVI Landsat 8 dan Quickbird
- Lampiran 6. Tabel Perbandingan Nilai NDWI Landsat 8 dan Quickbird
- Lampiran 7. Peta Klasifikasi NDVI Landsat 8
- Lampiran 8. Peta Klasifikasi NDVI Quickbird
- Lampiran 9. Peta Klasifikasi NDWI Landsat 8
- Lampiran 10. Peta Klasifikasi NDWI Quickbird
- Lampiran 11. Peta Klasifikasi LST
- Lampiran 12. Peta Penggunaan Lahan
- Lampiran 13. Peta Curah Hujan
- Lampiran 14. Peta Hidrogeologi
- Lampiran 15. Peta Tingkat Kekeringan

Lampiran 1. Form Pengukuran GPS

FORMULIR PENGAMATAN GPS			
Nama Titik Lokasi		GCP 5	
Hari/Tanggal Pelaksanaan		Sabtu 6 Mei 2017	
		1. Yogi Muhammad Ram Prayoga 2. Gertot C.W	
Antena		Receiver	
Tipe		Tipe	
No. Seri		No. Seri	
		3	
		B	
Pengamatan			
Nama File		Session #ID	
DD/MM/YY (UTC)		Day Of Year (DoY)	
Elevation Mask		Epoch Interval	
Awal Pengamatan		Akhir Pengamatan	
13:55		14:25	
Koordinat Pendekatan			
Lintang (North - South)		Bujur (East / West)	
		Tinggi Ellipsoida (m)	
Tinggi Antena			
Tinggi Miring		Tinggi Tegak	
Sebelum Pengamatan		Setelah Pengamatan	
1. 1320 (m)		1. (m)	
2. (m)		2. (m)	
3. (m)		3. (m)	
Sketsa Detail Lokasi Pengamatan			
			

Lampiran 2. Dokumentasi Pengukuran GCP & ICP



Lampiran 3. Hitungan SOF

```
%matriks A
A=[1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0;
   0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0;
```

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1;
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0;
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0;
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 1 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 1 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 1;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0];

```

U=39

B=A'

C=B*A

D=inv(C)

E=trace(D)

S=E/U

Lampiran 4. Hasil Orthorektifikasi

GCP Collection for pansharp_qb

Ground control source: PIX/Text file Select PIX/Text File...

DEM: F:\Majid\DEM.dem Browse

RPC adjustment order: 1 Apply to all images

☒ Auto locate ☒ Compute model

Working Image: pansharp_qb

Point Projection: UTM 49 C E012

Point ID: G0001 GCP

Image pixel: +/- 0.1 P

Image line: +/- 0.1 L

Easting (X): +/- 1.0 m

Northing (Y): +/- 1.0 m

ELL Elev (Z): +/- 1.000 m

Accept Delete New Point Extract Elevation

Reference Image GCPs and Candidates

Image ID	Status

Open Image Close Image

Accepted Points: 19 Total

Residual units: ☒ Ground ☐ Pixels

RMS: 0.39 X RMS: 0.36 Y RMS: 0.15

Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	Ima
BASE	0.452	0.361	0.272	GCP	
GCP1	0.416	-0.390	0.143	GCP	
GCP2	0.070	0.046	-0.053	GCP	
GCP3	0.402	-0.349	-0.200	GCP	
GCP4	0.399	0.393	0.065	GCP	
GCP5	0.542	0.542	0.022	GCP	
GCP6	0.325	-0.286	-0.153	GCP	

? Close

GCP Collection for pansharp_qb

Ground control source: PIX/Text file Select PIX/Text File...

DEM: F:\Majid\DEM.dem Browse

RPC adjustment order: 1 Apply to all images

☒ Auto locate ☒ Compute model

Working Image: pansharp_qb

Point Projection: UTM 49 C E012

Point ID: G0001 GCP

Image pixel: +/- 0.1 P

Image line: +/- 0.1 L

Easting (X): +/- 1.0 m

Northing (Y): +/- 1.0 m

ELL Elev (Z): +/- 1.000 m

Accept Delete New Point Extract Elevation

Reference Image GCPs and Candidates

Image ID	Status

Open Image Close Image

Accepted Points: 19 Total

Residual units: ☐ Ground ☒ Pixels

RMS: 0.65 X RMS: 0.60 Y RMS: 0.25

Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	Ima
BASE	0.75	-0.60	0.45	GCP	
GCP1	0.69	0.65	0.24	GCP	
GCP2	0.12	-0.08	-0.09	GCP	
GCP3	0.67	0.58	-0.33	GCP	
GCP4	0.66	-0.65	0.11	GCP	
GCP5	0.90	-0.90	0.04	GCP	
GCP6	0.54	0.48	-0.25	GCP	

Close

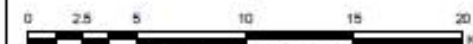
Lampiran 5. Perbandingan Nilai NDVI Landsat 8 dan Quickbird

No	Citra	
	Landsat 8	Quickbird
1	0,258748	0,156550
2	0,282135	0,115926
3	0,351512	0,192381
4	0,242696	0,121157
5	0,223061	0,047035
6	0,251652	0,130073
7	0,214602	0,004717
8	0,262924	0,179122
9	0,322814	0,075269
10	0,198452	0,080315
11	0,231146	0,120264
12	0,329867	0,116279
13	0,416514	0,246299
14	0,278008	0,162374
15	0,399357	0,292842
16	0,273588	0,123440
17	0,544201	0,465409
18	0,314523	0,188847
19	0,317766	0,242236
20	0,308002	0,156559
21	0,364199	0,251445
22	0,362108	0,290608
23	0,564494	0,497823
24	0,329094	0,175926
25	0,322325	0,120501

Lampiran 6. Tabel Perbandingan Nilai NDWI Landsat 8 dan Quickbird

No	Citra	
	Quickbird	Landsat 8
1	-0,018405	-0,387326
2	-0,292220	-0,543651
3	-0,154472	-0,478599
4	-0,037895	-0,379337
5	-0,176471	-0,463623
6	0,018336	-0,436629
7	-0,281147	-0,555305
8	-0,230068	-0,508456
9	-0,221633	-0,535767
10	0,056354	-0,383721
11	-0,302632	-0,515783
12	-0,065839	-0,435104
13	-0,145975	-0,466828
14	0,076655	-0,361933
15	-0,117500	-0,466912
16	-0,097285	-0,493622
17	-0,113759	-0,407890
18	-0,110577	-0,460693
19	-0,343896	-0,534271
20	-0,038462	-0,430809

PETA KLASIFIKASI NDVI KABUPATEN TUBAN



Skala 1 : 250.000

LEGENDA

(Sumber : Permenhut RI nomor : P.12/Menhut-II/2012)

- Kehijauan Tinggi
- Kehijauan Sedang
- Kehijauan Rendah
- Kehijauan Sangat Rendah
- Lahan Tidak Bervegetasi

Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Zona : 49 S

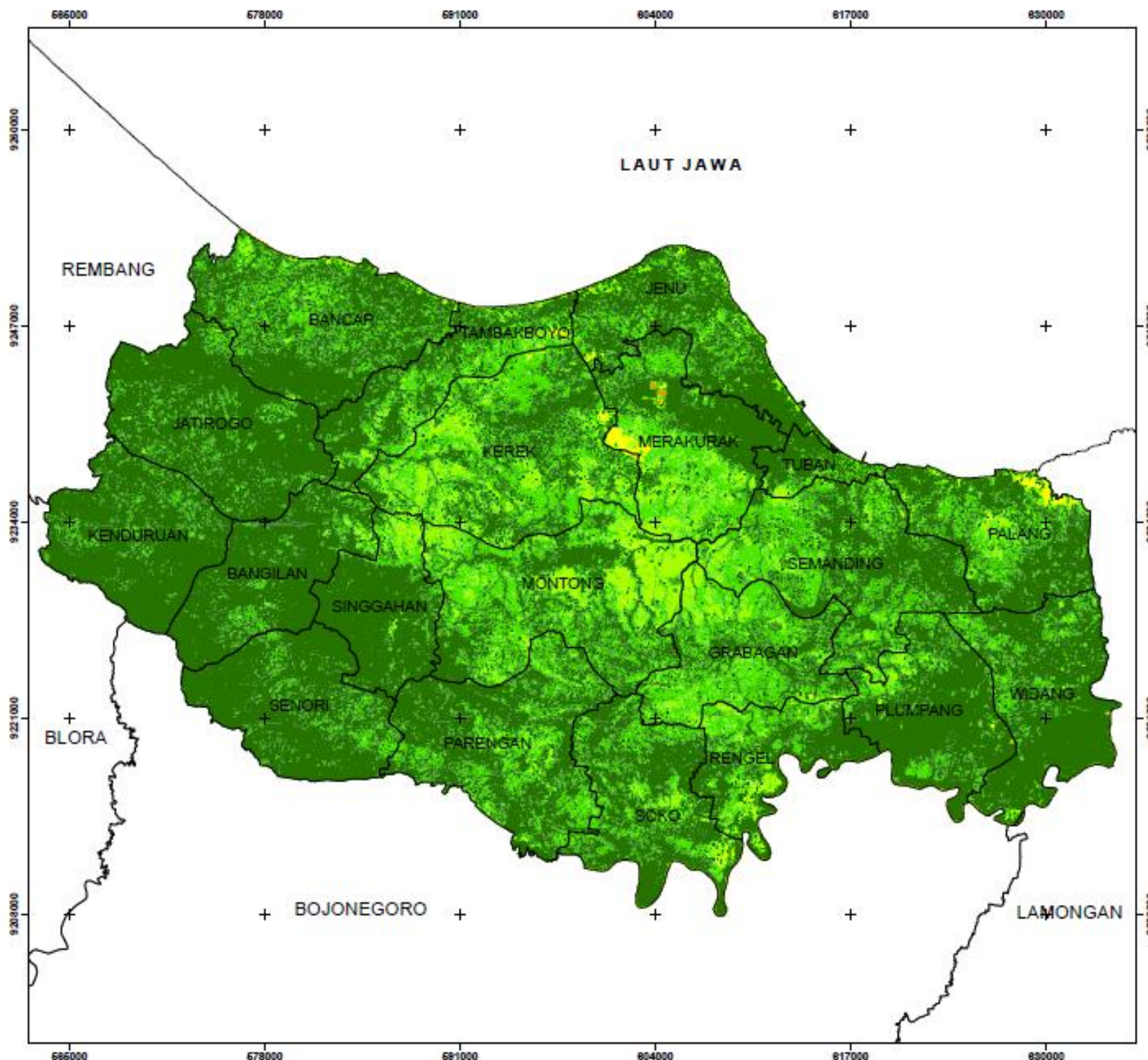
Disusun Oleh :
Muharrama Putra Prayoga
3513100067

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

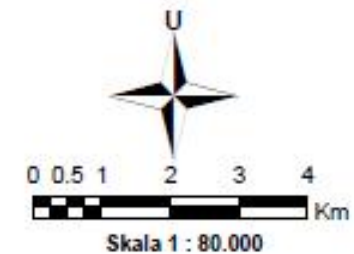
Sumber Data :
Citra Landsat-8 Path/Row : 119/65
Perekaman Tanggal 24 September 2014



Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya



PETA KLASIFIKASI INDEKS VEGETASI KECAMATAN SEMANDING KABUPATEN TUBAN



LEGENDA

(Sumber: Permenhut RI No: P.12/Menhut-III/2012)

-  Lahan Tidak Bervegetasi
-  Kehijauan Sangat Rendah
-  Kehijauan Sedang
-  Kehijauan Sedang
-  Kehijauan Tinggi

Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Zona : 49 S

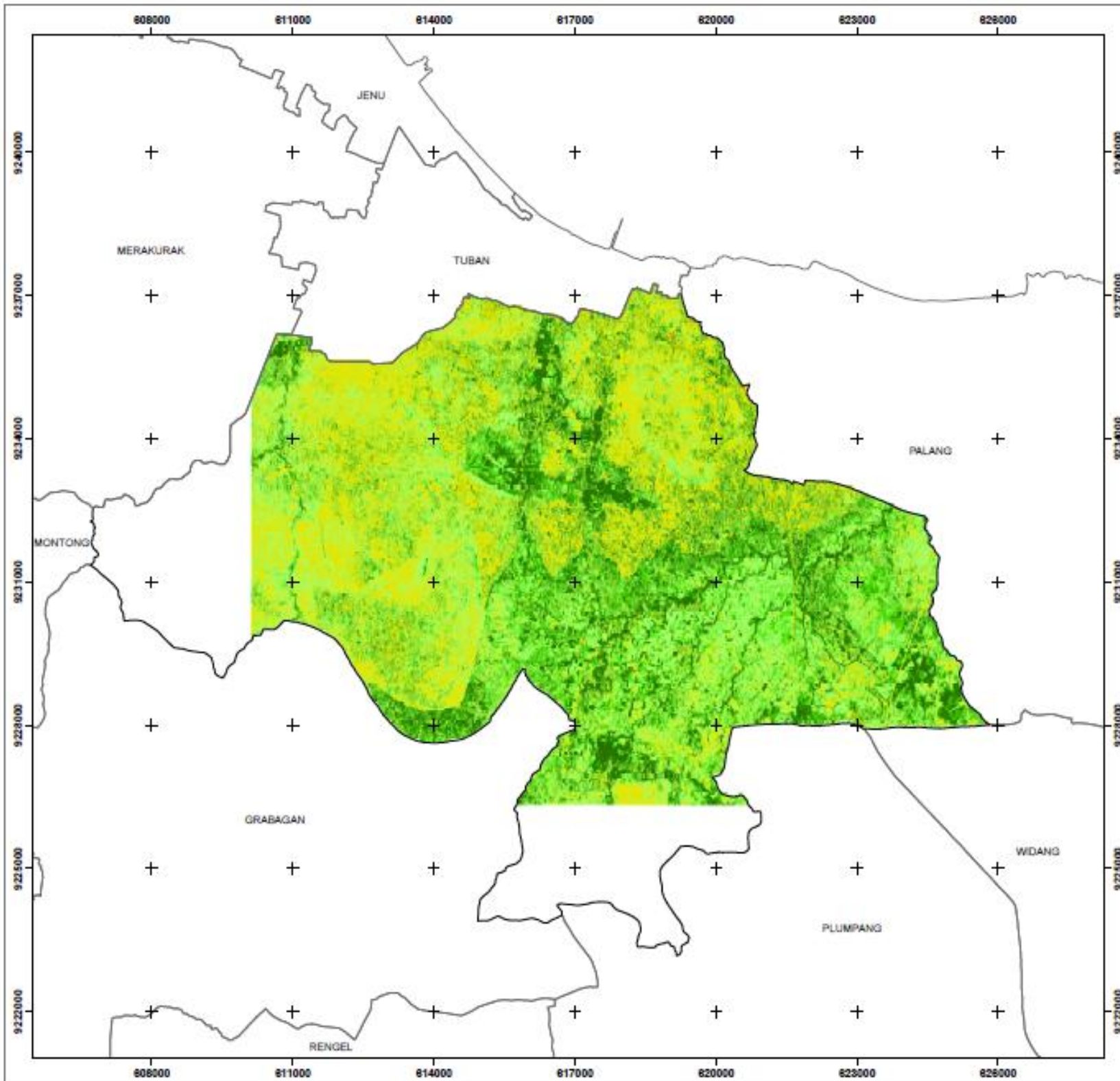
Disusun Oleh
Muharrama Putra Prayoga
3513100067

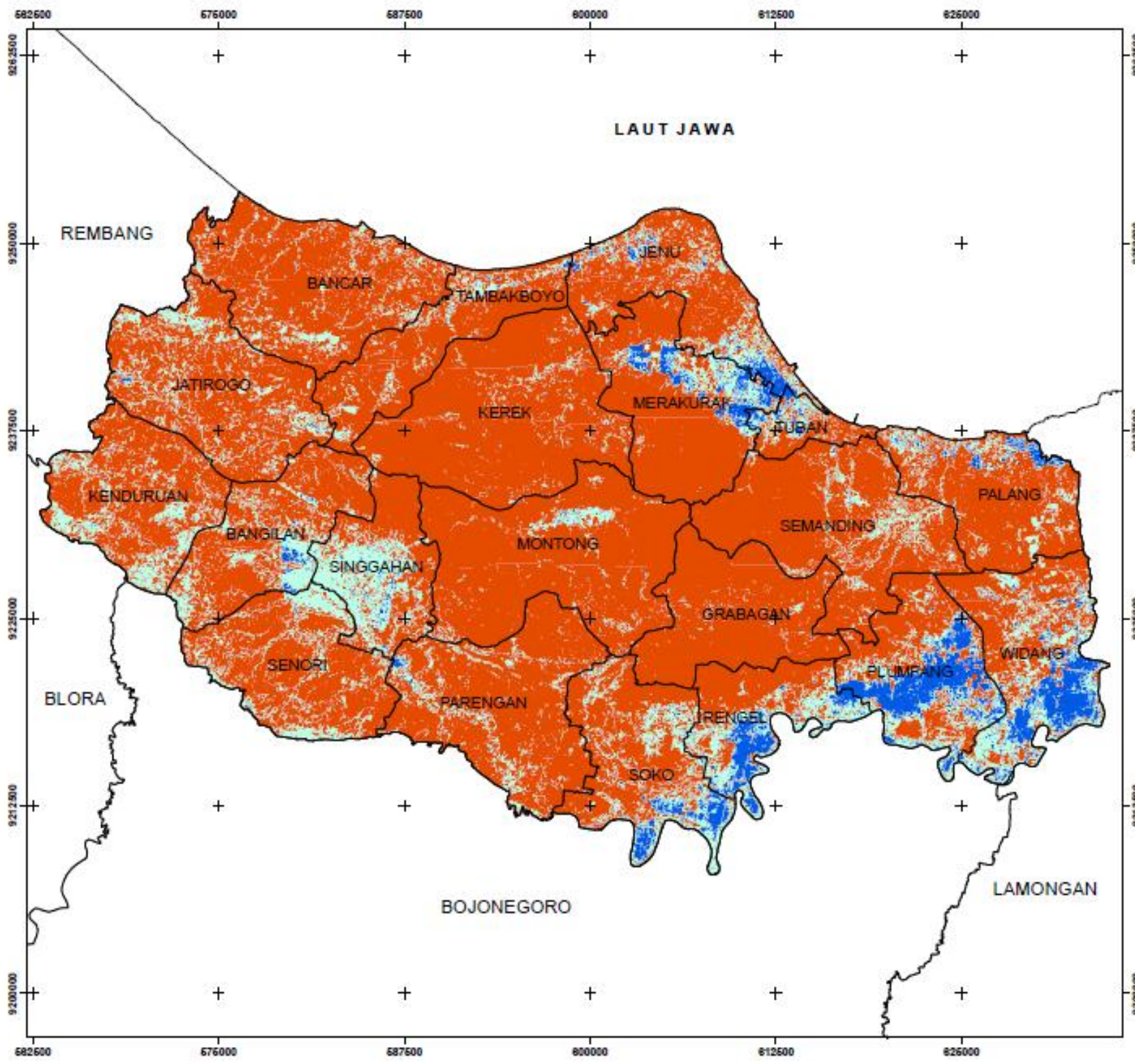
Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

Sumber Data
Citra Quickbird (Akuisisi Tanggal 13 Oktober 2013)

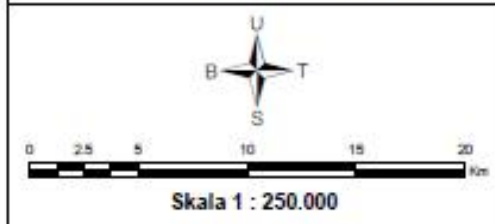


Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017





**PETA KLASIFIKASI NDWI
KABUPATEN TUBAN**



LEGENDA
(Sumber : Xu, 2006)

	Kebasaan Tinggi
	Kebasaan Sedang
	Non Badan Air

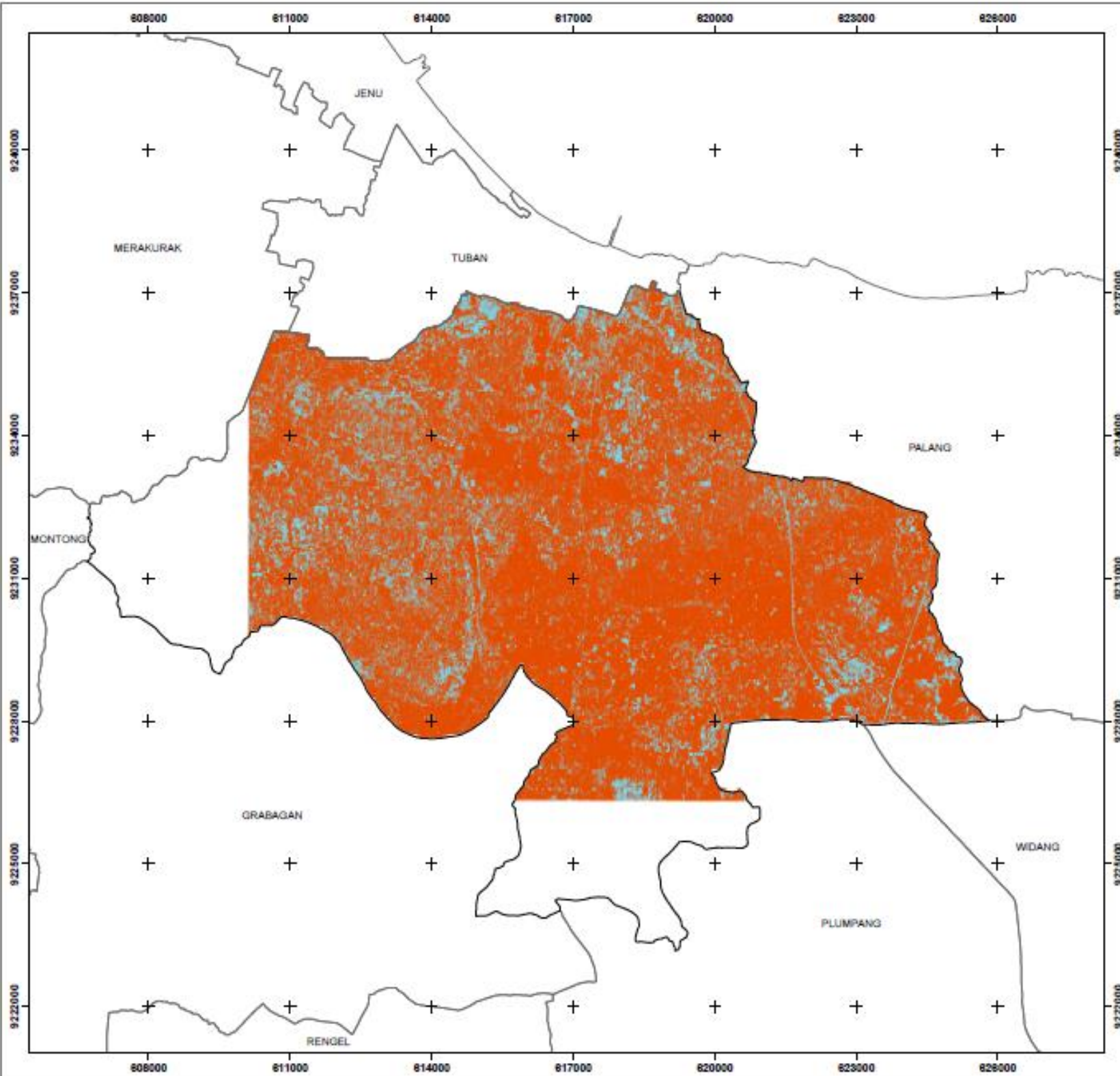
Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Zona : 49 S

Disusun Oleh :
Muharrama Putra Prayoga
3513100067

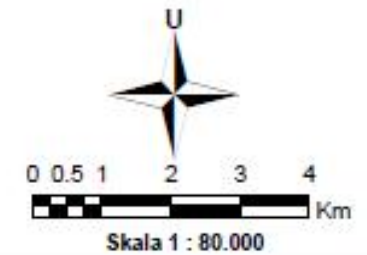
Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

Sumber Data :
Citra Landsat-8 Path/Row : 119/65
Perekaman Tanggal 24 September 2014






PETA KLASIFIKASI INDEKS KEBASAHAN KECAMATAN SEMANDING KABUPATEN TUBAN



LEGENDA (Sumber: Xu, 2006)

-  Non-Badan Air
-  Kebasahan Sedang
-  Kebasahan Tinggi

Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Zona : 49 S

Disusun Oleh
Muharrama Putra Prayoga
3513100067

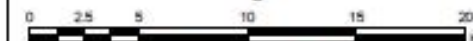
Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

Sumber Data
Citra Quickbird (Akuisisi Tanggal 13 Oktober 2013)



Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

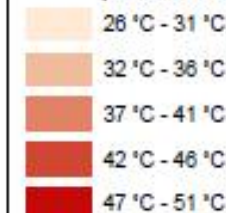
PETA KLASIFIKASI LST KABUPATEN TUBAN



Skala 1 : 250.000

LEGENDA

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)



Proyeksi : Universal Transverse Mercator

Datum : WGS 1984

Zona : 49 S

Disusun Oleh :

Muharrama Putra Prayoga
3513100067

Dosen Pembimbing :

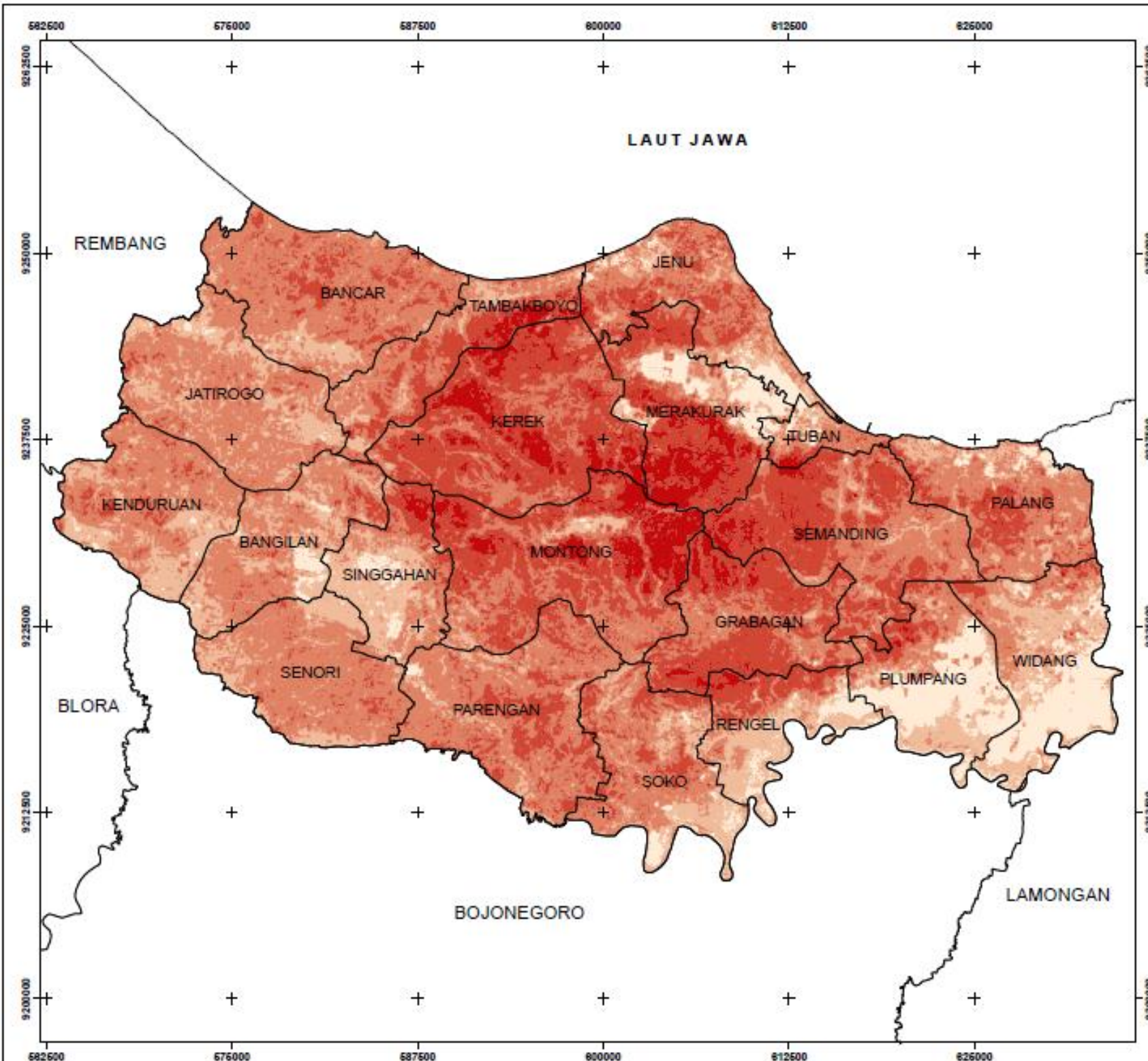
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

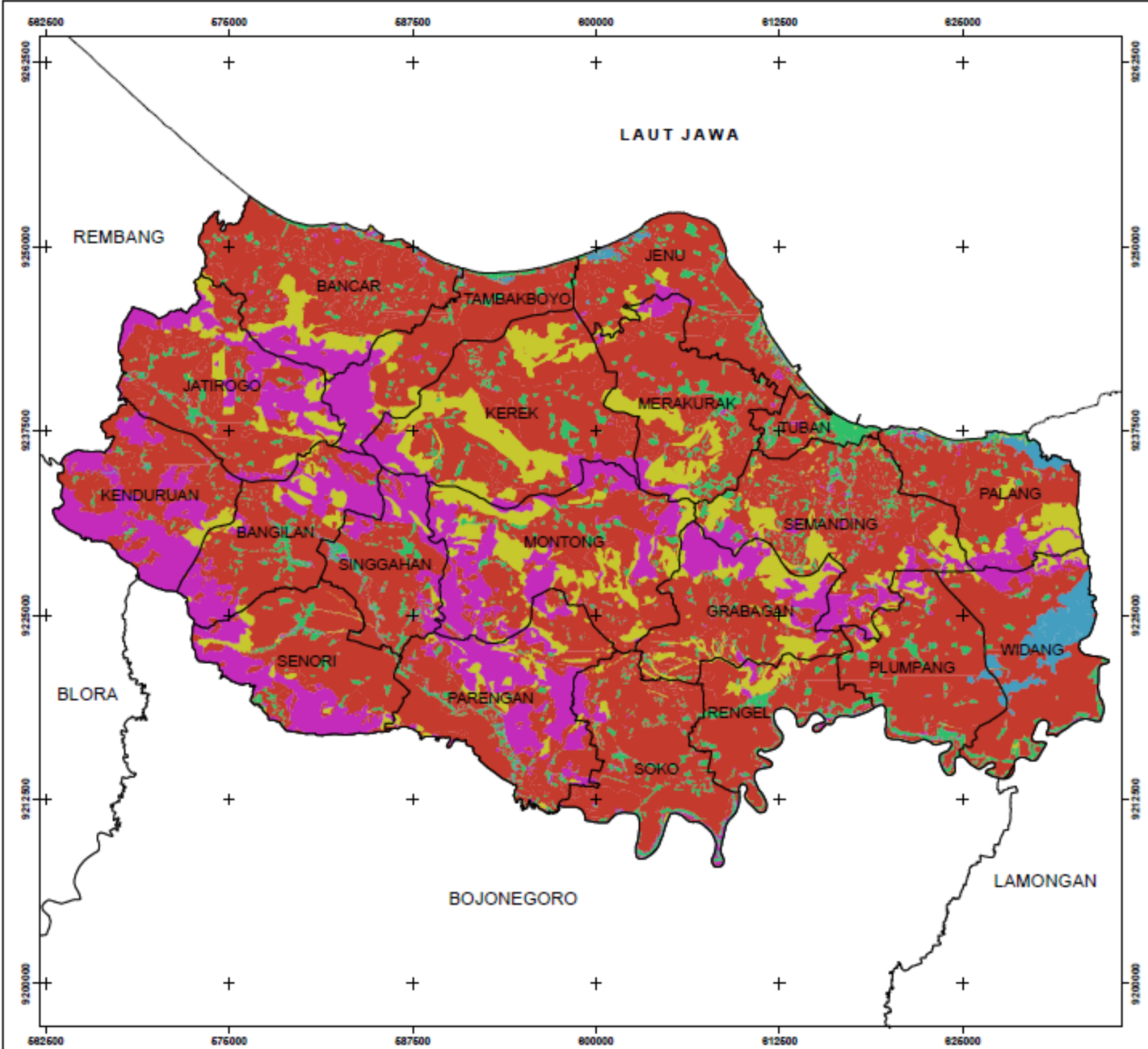
Sumber Data :

Citra Landsat-8 Path/Row : 119/65
Perekaman Tanggal 24 September 2014

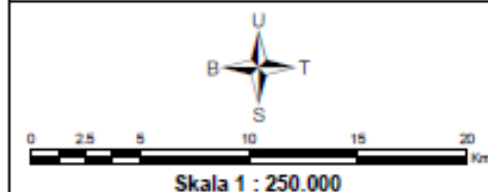


Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

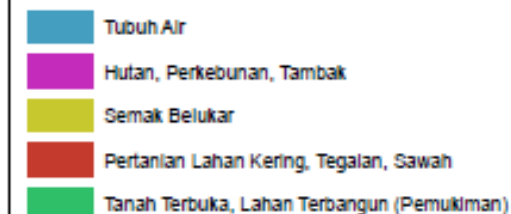




PETA PENGGUNAAN LAHAN KABUPATEN TUBAN



LEGENDA (Sumber : Jamlit, 2013)



Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Zona : 49 S

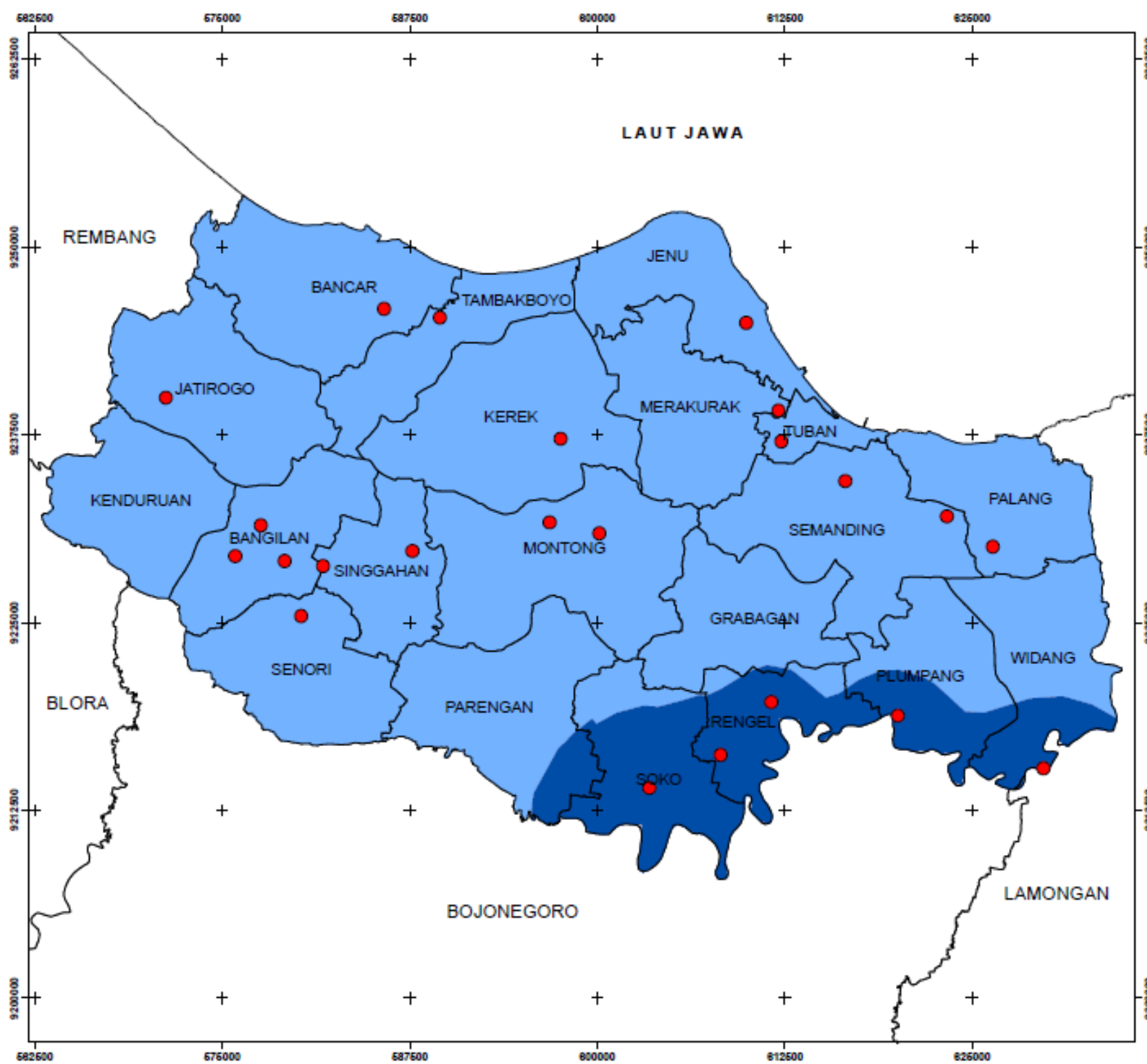
Disusun Oleh :
Muharrama Putra Prayoga
3513100067

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

Sumber Data :
Peta Rupa Bumi Indonesia
Skala 1 : 25.000



Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya



PETA CURAH HUJAN KABUPATEN TUBAN

Skala 1 : 250.000

LEGENDA

(Sumber : Ferrelly, 2007)

- 1500 - 2000 (mm/tahun)
- <1500 (mm/tahun)
- Stasiun Curah Hujan

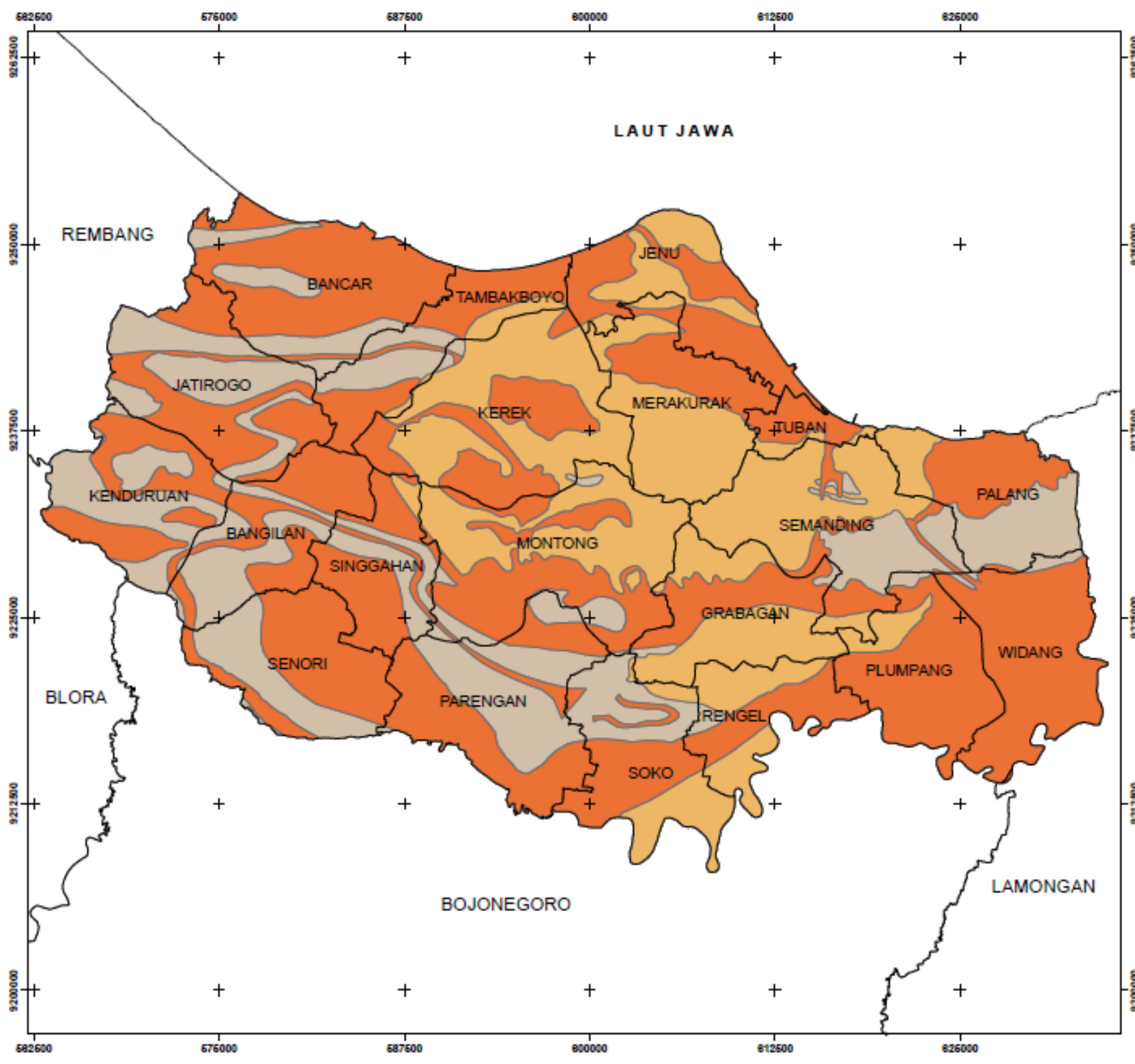
Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Zona : 49 S

Disusun Oleh :
Muharrama Putra Prayoga
3513100067

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

Sumber Data :
Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
Kabupaten Tuban

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya



PETA HIDROGEOLOGI KABUPATEN TUBAN



Skala 1 : 250.000

LEGENDA

(Sumber : Tjahjono, 2008)

- Daerah Air Tanah Langka
- Produktivitas Kecil - Sedang
- Produktivitas Sedang - Tinggi

Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Zona : 49 S

Disusun Oleh :
Muharrama Putra Prayoga
3513100067

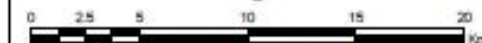
Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

Sumber Data :
Peta Hidrogeologi Indonesia
Skala 1 : 250.000



Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

PETA TINGKAT KEKERINGAN KABUPATEN TUBAN



Skala 1 : 250.000

LEGENDA

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

- SANGAT RENDAH
- RENDAH
- SEDANG
- TINGGI
- SANGAT TINGGI

Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Zona : 49 S

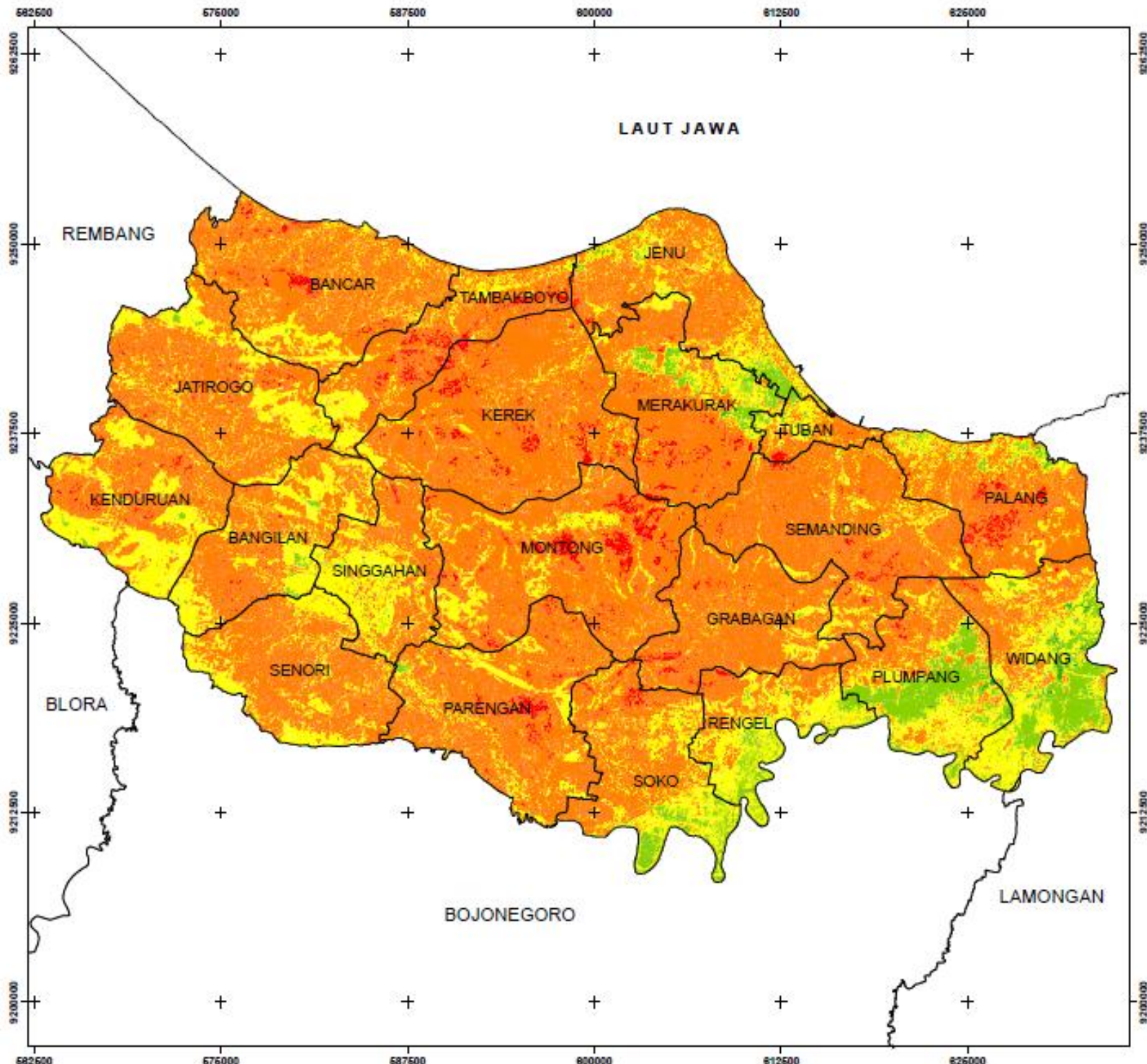
Disusun Oleh :
Muharrama Putra Prayoga
3513100067

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001

Sumber Data :
Peta NDVI, Peta NDWI, Peta LST,
Peta Hidrogeologi, Peta Penggunaan Lahan,
Peta Curah Hujan



Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 14 Juni 1995. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bambang Kus Indarto, SH., M.Si. dan Nur Sholihah, S.Pd. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Islam Al-Azhar 16 Cilacap, sekolah menengah pertama di SMP Islam Al-Azhar 15 Cilacap, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Cilacap. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis berkuliah di jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Sejak bangku SMP, penulis sudah aktif berorganisasi dengan menjadi pengurus OSIS. Keaktifan berorganisasi dilanjutkan pada masa SMA dengan menjadi pengurus Patroli Keamanan Sekolah (PKS) SMAN 1 Cilacap. Pada masa kuliah, penulis bergabung di Himpunan Mahasiswa Geodesi (HIMAGE) dan diamanahi sebagai ketua biro pemetaan PSDM HIMAGE-ITS periode 2015-2016.

Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis memilih bidang keahlian Geospasial, dengan judul tugas akhir “Analisis Tingkat Kekeringan Wilayah Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kabupaten Tuban).